

FRATURAS MALEOLARES - A IMPORTÂNCIA DA COMPETÊNCIA DO LIGAMENTO DELTOIDE

MARIA ISABEL PIRES ROSA DA COSTA PINTO

Tese para obtenção do grau de Doutor em Medicina

na Especialidade de Investigação Clínica

na Faculdade de Ciências Médicas | NOVA Medical School da Universidade NOVA de Lisboa

fevereiro, 2021

FRATURAS MALEOLARES - A IMPORTÂNCIA DA COMPETÊNCIA DO LIGAMENTO DELTOIDE

Maria Isabel Pires Rosa da Costa Pinto

Orientadores:

Professor Doutor José Guimarães Consciência, MD, PhD, Agg

Prof. Doutora Susana Vinga, PhD

Prof. Doutor Pedro Soares Branco, MD, PhD

Dr. Tiago Saldanha, MD

**Tese para obtenção do grau de Doutor em Medicina
na Especialidade de Investigação Clínica**

fevereiro, 2021

A autora integrou o curso de doutoramento, constituído por unidades curriculares dirigidas à formação para a investigação, de acordo com o Regulamento n.º 320/2015 (*Diário da República, 2.ª série — N.º 111 — 9 de junho de 2015*), Regulamento geral dos ciclos de estudo conducentes ao grau de doutor da NOVA Medical School | Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Nova de Lisboa, Artigo 4.º alínea 4:

Ano Letivo	Período	Código	Disciplina	Nota	Classificação	ECTS	Ciclo
2014/2015	Semestral	101076	Epidemiologia para a Investigação Clínica	18	Aprovado	5	Esp.
2014/2015	Semestral	101000	Bioestatística 1	18	Aprovado	5	3º
2014/2015	Semestral	101001	Bioestatística 2	19	Aprovado	5	3º
2014/2015	Semestral	101011	Organização e gestão de Serviços de Saúde	18	Aprovado	5	3º
2014/2015	Semestral	101024	Introdução à Ética Médica	19	Aprovado	5	3º
2014/2015	Anual	101082	Seminário Aprofundamento: Saúde Pública - Dimensões Sociais e Políticas; investigação, ciência e praxis	15	Aprovado	5	3º
2014/2015	Anual	101151	Seminário de Aprofundamento: Emerging Challenges of Physiotherapy Research and Practice	17	Aprovado	5	3º
2015/2016	Semestral	101191	Família em Geriatria e Cuidados Paliativos	17	Aprovado	5	3º
2015/2016	Semestral	101004	Ensaaios clínicos. Metodologia	19	Aprovado	5	Esp.

Artigos científicos publicados pelo doutorando cujo conteúdo foi total ou parcialmente utilizado na preparação da tese (Regulamento n.º 320/2015 [Diário da República, 2.ª série — N.º 111 — 9 de junho de 2015], artigo 22.º alínea d):

Rosa, I., Rodeia, J., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Saldanha, T., & Consciência, J. G. (2020). Ultrasonographic assessment of deltoid ligament integrity in ankle fractures. *Foot & Ankle International*, 41(2), 147–153. <https://doi.org/10.1177/1071100719882679>
Fator de impacto: 2.445

Ribeiro, H., Silva, J., Teixeira, R., Fernandes, P., Sobral, L., & Rosa, I. (2021). Clinical outcomes and trans-syndesmotic screw frequency after posterior malleolar fracture osteosynthesis. *Injury*, 52(3), 633–637. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2020.10.021>
Fator de impacto: 2.106

Rosa, I., Rodeia, J., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Ribeiro, H., & Consciência, J. G. (2019). Comparison of deltoid ligament repair and syndesmotic fixation in malleolar fractures. *Scientific Journal of the Foot & Ankle*, 13(3), 205–211. <https://doi.org/10.30795/scijfootankle.2019.v13.977>

Rosa, I., Rodeia, J., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Ribeiro, H., & Sobral, L. (2019). Validade e fiabilidade do teste stress manual e gravitacional nas fraturas maleolares equivalentes. *Revista Portuguesa de Ortopedia e Traumatologia*, 27(2), 79–90. <http://www.scielo.mec.pt/pdf/rpot/v27n2/v27n2a03.pdf>

Rosa, I., Rodeia, I., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Ribeiro, H., & Sobral, L. (2019). Avaliação do grau de estabilidade nas fraturas bimaléolares equivalentes – Estudo comparativo. *Revista Tobillo y Pie*, 10(1), 9–13. <http://www.flamecipp.org/revista-tobillo-y-pie-vol-10-no-01/> | ISSN 1852-3188

Rosa, I., Pais, D., & Consciência, J. G. (2016). Os princípios da bioética aplicados em urgência hospitalar. *Revista Portuguesa de Medicina Interna*, 23(1), 18–23. https://www.spmi.pt/revista/vol23/vol23_n1_2016_18_23.pdf | ISSN 0872-671X

Capítulo de Livro:

Rosa, I., & Oliveira, N. (2015). Abordagem inicial das fraturas do tornozelo. In P. Amado, A. Gomes, P. Felicíssimo, N. Côrte-Real (Eds.), *Pé e Tornozelo* (1ª ed., vol. 1, pp. 55–59). LIDEL.

Publicações em Atas de Encontros Científicos

Rosa, I., Oliveira, J. D., Rodeia, J., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Ribeiro, H., & Fernandes, F. (2019). Radiographic evaluation of osteoligamentous injuries of the medial ankle joint: Testing the validity and reliability of stress tests in equivalent malleolar fractures. In *ESSR 2019 Annual Scientific Meeting*. Lisbon Jun 2019, European Society of Musculoskeletal Radiology. <https://doi.org/10.26044/essr2019/P-0180>

Prémios e Distinções

Prémios e Distinções:		
Ano	Nome do Prémio ou Distinção	Nome da Entidade Promotora
2016	Melhor comunicação Livre, (ex-aequo) Fraturas Maleolares - a importância do teste <i>Stress</i> Rotação externa manual	Congresso Nacional Pé e Tornozelo
2015	Prof. invitado extranjero "Competence of the deltoid ligament in malleolar ankle Fractures"	46ª Curso de enfermedades de los pies- A. Viladot
2014	Menção Honrosa de Comunicação Livre "Avaliação retrospectiva da estabilidade das fraturas maleolares operadas"	Congresso Nacional Pé e Tornozelo

A colheita e armazenamento dos dados para a realização desta Tese de Doutoramento foram aprovados pela Comissão de Ética do Centro Hospitalar Lisboa Ocidental (06-01-2016), pela Comissão de Ética da NOVA Medical School | Faculdade de Ciências Médicas (Projeto nº 04/2016) e pela Comissão Nacional de Proteção de Dados (autorização n.º 13204-16), de acordo com o Regulamento nº 519/2015 (Diário da República, 2.ª série - Nº 153 – 08 de julho de 2015), Art.º 19º alínea e).

Ao Pepe, Vanessa e Patrícia

Pelos sacrifícios feitos
Pelo apoio e incentivos dados
Pela confiança depositada

"Wisdom is not a product of schooling but of the lifelong attempt to acquire it "

Albert Einstein (1879-1955)

I. RESUMO / SINOPSE

Introdução: As fraturas maleolares representam cerca de 10.2% de todas as fraturas. Estudos epidemiológicos recentes calcularam uma incidência de 168.7/ 100.000 / ano, sendo que a fratura do maléolo lateral representa 55% de todas as fraturas do tornozelo.

O conceito de movimento triplanar da articulação talocrural é importante para se entender a sua estabilidade. Durante a carga, as superfícies ósseas são os estabilizadores primários contra a excessiva rotação e translação do astrágalo. No entanto, a contribuição dos ligamentos talocrurais para a sua estabilidade é crucial. O apoio ligamentar é proporcionado pela cápsula articular e vários ligamentos, incluindo o deltoide (LD). O seu feixe profundo é o principal bloqueador da rotação externa do astrágalo, sendo o contribuinte mais importante para a estabilidade do tornozelo. Sabe-se que, independentemente do estado do perónio, quando o feixe profundo do LD está íntegro, uma rotura do seu feixe superficial não altera o espaço tibiotalar medial (ETTM) na radiografia convencional, e o tratamento não cirúrgico pode ser selecionado. No entanto, a rotura de ambos os feixes do LD, resulta num aumento significativo do ETTM e pode ser necessária a cirurgia. Deste modo, determinar a integridade e competência do ligamento deltoide é central no processo de tomada de decisão no tratamento da fratura isolada do maléolo lateral.

A lesão do LD em fraturas maleolares tem sido alvo de muitos estudos e investigações. Contudo, continua a não haver consenso quanto ao melhor instrumento a utilizar como método de avaliação da sua integridade e competência.

Objetivo Primário: Determinar se a ecografia, quando comparada com outro método de imagem (RX *Stress* convencional), poderá revelar-se uma ferramenta eficaz na avaliação da

competência do LD, tornando-se assim crucial na decisão terapêutica em fraturas isoladas do maléolo lateral, bem como na avaliação da necessidade de suturar ou não o LD e como forma de testar a estabilidade após osteossíntese maleolar.

Objetivo secundário, avaliar a repercussão que esta lesão terá na funcionalidade articular e no desenvolvimento de osteoartrose (OA).

Métodos: Para o efeito propôs-se um estudo observacional longitudinal comparativo, coorte prospetivo e aleatorizado. Os indicadores do projeto assentam sobre uma população de doentes (N = 205) com fratura maleolar. A elegibilidade dos participantes foi garantida através do cumprimento de critérios de inclusão e exclusão. A amostra dividiu-se em dois grupos: o grupo I (ecografia) e o grupo II (RX *Stress* convencional) ambos com fratura maleolar associada ou não a lesão do LD. Um espaço tibiotalar medial maior que 4 mm foi o ponto de corte para o processo de tomada de decisão no tratamento da fratura maleolar isolada e alinhada. Em ecografia considerou-se haver instabilidade, quando se observou desorganização com interrupção do(s) feixe(s) do LD. No final do estudo as imagens gravadas da ultrassonografia (US) e dos testes de *stress*, foram avaliadas pelo investigador e por observadores independentes, cegos para os resultados prévios. A avaliação clínica e imagiológica do tornozelo, bem como a qualidade de vida, foi realizada de acordo com a escala funcional AOFAS, a escala analógica da dor - VAS e o questionário EQ-5D (ID L-29195). Para a análise estatística foi utilizado o *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 23.

Resultados: Dos 146 doentes elegíveis, 53 (36.3%) eram do género masculino e 93 (63.7%) do feminino. A média de idade no grupo I foi de 52.1 ± 19.9 e no grupo II foi de 56.6 ± 18.3 ($p > 0,05$). Classificámos a fratura maleolar pela classificação AO, em 31 (21.2%) tipo A, em 100 (68.5%) B e em 15 (10.3%) C. Diagnosticámos lesão do LD em 64 (79%) fraturas, tendo

sido caracterizadas pelo tipo de feixe, sua integridade e localização. Mais de metade 51 (79.7%) apresentavam rotura de ambos os feixes do LD ($p < 0,001$). A maioria, 56 (87.5%), eram roturas proximais e parciais, apenas oito (12.5%) indivíduos tinham roturas completas ($p < 0,001$). Adicionalmente, foram documentadas lesão sindesmótica em 37 (57.8%) doentes e ainda, fratura do maléolo medial com simultânea disrupção do LD em 30 (32.3%) casos, detetada sobretudo em fraturas mais complexas do tipo 44B e 44C. Caracteristicamente estas lesões eram também mais periféricas ($p < 0,001$).

Fazendo a correlação entre os resultados obtidos na US e RX Grav, os indivíduos com rotura do feixe superficial do LD, tiveram um valor médio (ETTM) de 4.2 ± 0.3 mm; do feixe profundo de 4.5 ± 0.6 mm e de ambos os feixes de 6.2 ± 3.6 mm; enquanto os doentes sem lesão, apresentaram um valor médio de ETTM de 2.7 ± 0.5 mm. Obtivemos valores semelhantes na análise comparativa com o teste *stress* rotação externa manual (SREM) realizado no intraoperatório.

Houve registo de 34 (29.5%) fraturas com instabilidade medial residual, nestes, de forma aleatorizada, realizámos no grupo I, sutura com âncora em 7 (12.3%) doentes com rotura completa de ambos os feixes e sutura trans-óssea em 10 (17.5%) com fratura do maléolo medial associada a rotura parcial do feixe posterior ou de ambos os feixes do LD; estas, classificadas como 44B2.2, 44B2.3, 44B3.3 e 44C1.3. Enquanto que no grupo II se procedeu em 17 (29.3%) indivíduos à redução do espaço sindesmótico com um ou dois parafusos de 3.5 mm a quatro corticais ($p < 0,001$).

Com base nos nossos resultados, a US foi uma modalidade diagnóstica altamente precisa na avaliação do LD (sensibilidade 100%, especificidade 90%, valor preditivo positivo [VPP] 97% e valor preditivo negativo [VPN] 100%); adicionalmente, a fiabilidade intra e interobservador foi classificada de quase perfeita ($p < 0,001$).

Verificámos ainda, que um ETTM ≥ 5 mm tinha sensibilidade, especificidade, VPP e VPN de 100%, enquanto entre 4 - 4.9 mm, tinha valores de 91%, 100%, 100%, 60%, respetivamente ($p < 0,001$).

Os nossos doentes foram avaliados na altura do trauma, aos ≥ 6 meses e ≥ 1 ano de seguimento, obtendo-se: pela escala *AOFAS*, valores em média progressivamente crescentes de 18.9, 89.5 e 93.6; pela *VAS*, uma diminuição progressiva de 74.5, 19.1 e 15.4; enquanto pelo *EQ-5D* se obteve uma melhoria progressiva do estado de saúde 0.013, 0.679 e 0.772, respetivamente. À data do trauma, os doentes com e sem lesão do LD, tiveram uma média na escala *AOFAS* de 15.7 vs 25.3, respetivamente, mostrando uma diferença com significado estatístico ($p < 0,01$). Contudo, aos 6 meses e no final de seguimento não houve diferença com significância entre estes três instrumentos de avaliação clínica e o estado do LD, bem como entre grupos. Apenas 2 (1.4%) doentes tiveram um resultado desfavorável, correspondendo a fraturas classificadas como 44B3.3 e 44C1.3 ($p > 0,05$). No final do seguimento, foram preditivas negativas de recuperação funcional: a rotura completa do LD, doentes ASA III / IV e com mais de 50 anos de idade.

No nosso estudo, com um seguimento médio de 18 meses, verificámos que 35 (24%) doentes apresentaram osteoartrose (OA), classificada no estadio 1 de van Dijk; destes, 24 (68.6%) tinham lesão do LD, e 11 (31.4%) não tinham lesão ($p < 0,01$). Salientamos que 17 (48.6%) dos doentes com instabilidade residual evoluíram para OA, estando associado a fraturas complexas do tipo 44A3.2, 44B3.2, 44B3.3 e 44C3.3 ($p < 0,001$). Não houve diferenças com significado estatístico nos grupos I e II ($p > 0,05$). Foram preditivas negativas de OA: as fraturas bi ou trimaleolares, expostas, rotura dos dois feixes do LD e instabilidade residual.

Conclusões: Verificámos que a ecografia revelou ser uma ferramenta válida e fiável na avaliação da integridade e competência do LD. Um espaço tibiotalar medial ≥ 5 mm, correspondeu a uma rotura completa / parcial de ambos os feixes do LD, o que deverá constituir o *cut-off* para o processo de tomada de decisão no tratamento cirúrgico da fratura isolada do maléolo lateral.

No intraoperatório demonstrou ser útil na deteção de instabilidade residual, observada nas faturas mais complexas e associadas a lesão do LD. O seu diagnóstico adequado tornou-se fundamental na opção de suturar ou não o LD, assim como no controlo após cirurgia, como forma de avaliação da estabilidade final.

Houve uma evolução clínica e radiológica positiva no seguimento destes doentes e sem diferença com significado estatístico entre grupos. Os doentes com piores resultados clínicos e funcionais tinham rotura completa de ambos os feixes do LD e lesão da sindesmose associada. Da amostra, uma pequena percentagem (24%) evoluiu para osteoartrose grau 1 (van Dijk), 68.6% dos quais tinham lesão do ligamento deltoide, verificando-se ainda uma muito forte associação entre a OA e as fraturas mais complexas do tipo 44A3, 44B3 e 44C3.

Foram preditivas negativas de recuperação funcional, doentes com rotura completa do LD, ASA III / IV e mais de 50 anos de idade. Enquanto, para a osteoartrose: fraturas bi ou trimaleolares, expostas, lesão dos dois feixes do LD e instabilidade residual.

A US provou ser uma ferramenta precisa, permitindo identificar a rotura dos diferentes feixes do LD de forma dinâmica. A relativa facilidade de uso e a ausência de radiação ionizante, tornam-na uma ferramenta útil e que, além disso, pode ser utilizada com segurança pelos ortopedistas.

II. ABSTRACT

Introduction: The malleolar fractures represent about 10.2% of all fractures. The mean incidence of ankle fractures is 168.7/ 100.000 per year. The most common type of ankle fracture in all age groups is a lateral malleolus fracture, which represents 55% of all ankle fractures.

The concept of the tri-planar movement of the talocrural joint is important to understand its stability. During loading, the bone surfaces are the primary stabilizers against excessive talus rotation and translation. However, the contribution of talocrural ligaments to their stability is crucial. Ligament support is provided by the joint capsule and several ligaments, including the deltoid (DL). Its deep layer is the main blocker of the talus external rotation, being the most important contributor to the stability of the ankle. It is known that, regardless of the state of the fibula, when the deltoid deep layer is intact, a superficial DL rupture does not alter the medial clear space (MCS) in X-Ray, and nonoperative treatment can be selected. However, a combination of deep and superficial DL ruptures results in a significant increase in the MCS, and surgery may be required. Thus, determining integrity of the deltoid ligament is central to the decision-making process in treating ankle fractures.

Deltoid ligament tears in malleolar fractures have been the subject of many studies and investigations. However, there is still no consensus on the best instrument to use as a method of assessing its integrity and competence.

Objectives: In this context, the aims of the present study were to test whether ultrasonography can assess deltoid ligament integrity and to determine its validity and reliability by comparing it with conventional stress radiography, as well as in the evaluation of the need to suture or not the DL and also to test the degree of stability after malleolar

osteosynthesis; and secondly, to assess the repercussion on joint functionality and on the development of osteoarthritis at the end of the follow-up.

Methods: For this purpose, a longitudinal observational, prospective, comparative, and randomized cohort study, was proposed. A total of 205 patients with malleolar fractures were admitted to the emergency room. The eligibility of the participants was guaranteed through the inclusion and exclusion criteria. The sample was divided into two groups: group I (ultrasound) and group II (conventional X-ray stress) with malleolar fracture associated or not with DL tears. A widened medial clear space (MCS) greater than 4 mm was the cut-off point for the decision-making process in treating ankle fractures. Instability was also considered to be present when a loss of normal fiber architecture of DL was observed on ultrasound. At the end of the study, the recorded images of the ultrasound and *stress* tests were evaluated by the researcher and by independent observers, both blinded to the previous results. The clinical and imaging evaluation of the ankle was performed according to the AOFAS functional scale, the visual analogue scale - VAS and the EQ-5D questionnaire (ID L-29195). The Statistical Package for Social Sciences (SPSS), version 23, was used for descriptive statistical analysis.

Results: Of the 146 eligible patients, 53 (36.3%) were male and 93 (63.7%) female. The mean age in group I was 52.1 ± 19.9 and in group II it was 56.6 ± 18.3 ($p > 0,05$). The malleolar fractures were classified according to the AO classification, in 31 (21.2%) type A, in 100 (68.5%) B and in 15 (10.3%) C. Of all patients, 64 (79.0%) had a DL disruption; most of the tears were of both superficial and deep layers (79.7%), partial and proximal attachment tears 56 (87.5%) and only eight (12.5%) were complete tears. Patients with an intact DL had a mean MCS value of 2.7 ± 0.5 mm, and those with superficial DL tears had 4.2 ± 0.3 mm; those with deep layer tears had 4.5 ± 0.6 mm and those with both layers'

tears had 6.2 ± 3.6 mm; those with partial rupture had 5.2 ± 2.4 mm and complete had 9.9 ± 5.8 mm. Similar values were obtained in the comparative analysis with the manual external rotation *stress* test performed intraoperatively ($p < 0,001$). In addition to DL injury, syndesmotic disruption was also observed in 37 (57.8%) patients. It was also well demonstrated, the association of fracture of the medial malleolus and simultaneous disruption of the LD (32.3%). Characteristically the lesions were also more peripheral.

There were 34 (29.5%) fractures with residual medial instability. Randomly, suture with a bone anchor was performed in group I in 7 (12.3%) patients with complete rupture of both layers and trans-bone suture in 10 (17.5%) with a medial malleolus fracture associated with partial rupture of the posterior or both layers of the DL, classified as 44B2.2, 44B2.3, 44B3.3 and 44C1.3 ($p < 0,001$). While in group II, 17 (29.3%) fractures proceeded to reduce the syndesmotic space with one or two syndesmotic 4-cortical screw 3.5 mm ($p < 0,001$).

Based on our results, US was a highly accurate diagnostic modality in the evaluation of DL (sensitivity 100%, specificity 90%, positive predictive value [PPV] 97% and negative predictive value [VPN] 100%). In addition, intra- and inter-observer reliability was classified as almost perfect ($p < 0,001$). We also found that a MCS ≥ 5 mm had sensitivity, specificity, PPV and VPN of 100%, while between 4 - 4.9 mm, it had values of 91%, 100%, 100%, 60%, respectively ($p < 0,001$).

Our patients were evaluated at the time of the trauma, at ≥ 6 months and ≥ 1 year of follow-up, obtaining on the AOFAS scale, values on average progressively increasing from 18.9, 89.5 and 93.6; by the visual analogue scale - VAS, a significantly progressive decrease of 74.5, 19.1 and 15.4; and by the EQ-5D a progressive improvement of the health status of 0.013, 0.679 and 0.772, respectively. At the date of the trauma, patients with and without DL disruption had an average on the AOFAS scale of 15.7 vs 25.3, respectively, showing

evidence of statistical significance difference ($p < 0,01$). However, at 6 months and at the end of the follow-up, there was no significant difference between these 3 instruments for clinical assessment and the status of DL, as well as between groups. Only 2 (1.4%) patients had an unfavourable result, corresponding to fractures classified as 44B3.3 and 44C1.3 ($p > 0,05$). At the end of the follow-up, negative predictors for functional recovery were complete rupture of the DL, ASA III and IV patients, and been 50 years of age.

In our study, with an average follow-up of 18 months, we found that 35 (24%) patients had osteoarthritis (OA), classified in van Dijk's stage 1; of these 24 (68.6%) had an DL tears and 11 (31.4%) had no disruption ($p < 0,01$). Only 17 (48.6%) of patients with residual instability progressed to OA, being associated with complex fractures type 44A3.2, 44B3.2, 44B3.3 and 44C3.3 ($p < 0,001$). There were no statistically significant differences in groups I and II ($p > 0.05$). Negative predictive factors for OA were bi or trimalleolar fractures; those exposed; the rupture of the two layers of the LD and residual instability.

Conclusions: In the present study, ultrasonography evaluation demonstrated superior sensitivity, specificity, positive and negative predictive values for the assessment of deltoid ligament integrity. In accordance, all intra- and interobserver reliabilities were rated as almost perfect. Isolated superficial or deep layer tears of the DL were less frequent, corresponded to a mean MCS value of less than 5 mm. Most of the patients with a MCS greater than 5 mm had partial or complete DL tears of both layers. These data should be considered essential for surgical decision-making in a nondisplaced fibula fracture. In cases of doubts, the authors suggest, creating external rotation *stress* during the ultrasound to make the lesion more visible and to help in the surgical decision.

In the intraoperative period, US proved to be useful in detecting residual instability and

help the decision to suture or not the DL, as well as in the control after surgery, as a way of evaluating the final stability.

There was a positive clinical and radiological outcome in the follow-up of these patients, with no difference with statistical significance between groups. The patients with the worst clinical and functional results had, essentially, complete rupture of both layers of DL and associated syndesmosis tears. Overall, a small percentage (24%) progressed to grade 1 osteoarthritis, (van Dijk); of these 68.6% had DL disruption; there was also a strong association between OA and more complex type 44A3, 44B3 and 44C3 fractures. The following were negative predictive in functional recovery, patients with complete DL rupture, ASA III and IV and over 50 years of age; and in osteoarthrosis: bi or trimalleolar fractures; exposed; lesion of the two layers of the LD and residual instability.

Ultrasonography proved to be an accurate tool, allowing the identification of deltoid ligament disruption and the involved components in a more dynamic fashion. Its relative ease of use and lack of ionizing radiation make it a useful and confident tool that can be performed by an orthopaedist.

III. ÍNDICE

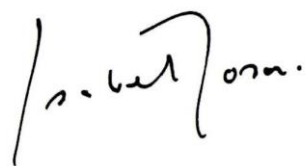
I. RESUMO / SINOPSE.....	8
II. ABSTRACT	13
III. ÍNDICE	18
IV. PÁGINA DE ASSINATURA.....	22
V. LISTA DE ABREVIATURAS.....	23
VI. LISTA DE FIGURAS	25
VII. LISTA DE TABELAS.....	30
1. INTRODUÇÃO	34
2. RACIONAL CIENTÍFICO	41
2.1 EPIDEMIOLOGIA	41
2.2 ANATOMIA.....	43
2.3 BIOMECÂNICA	48
2.4 CLASSIFICAÇÃO	50
2.5 DIAGNÓSTICO	59
2.5.1 Clínica.....	59
2.5.2 Imagiologia.....	60
2.6 TRATAMENTO	70
2.6.1 Tratamento conservador vs cirúrgico.....	70
2.6.2 Sutura do ligamento deltoide	72
2.6.2.1 Quando suturar.....	74
2.6.2.2 Como suturar	76
2.6.2.2a Sutura primária aberta.....	77
2.6.2.2b Reparação artroscópica	78

2.7 OSTEOARTROSE PÓS TRAUMÁTICA.....	80
2.7.1 Etiopatogenia.....	80
2.7.2 Clínica.....	85
2.7.3 Imagiologia.....	86
2.7.4 Classificação.....	89
3. OBJECTIVOS DO ESTUDO	92
3.1 QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO	92
3.2 OBJETIVOS	92
3.2.1 Objetivo Geral.....	92
3.2.2 Objetivos Específicos	92
4. DESENHO DO ESTUDO	95
4.1 TIPO DE ESTUDO.....	95
5. POPULAÇÃO DO ESTUDO.....	95
5.1 POPULAÇÃO (BASE)	95
5.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	95
5.2.1 Critérios de Inclusão	95
5.2.2 Critérios de Exclusão.....	95
5.3 PROTECÇÃO DOS SUJEITOS/ CONSIDERAÇÕES ÉTICAS	96
5.4 CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA	96
5.5 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO E INSTRUMENTOS DE MEDIDA	97
5.5.1 Variáveis Dependentes	97
5.5.2 Variáveis Independentes	97
5.5.3 Instrumentos de Medida	98
6. PROCEDIMENTOS.....	99
7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	106
8. FLUXOGRAMA	110

9. TRABALHO DESENVOLVIDO.....	113
9.1 ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO-ANÁLISE DESCRITIVA.....	113
9.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A RADIOGRAFIA STRESS GRAVITACIONAL E A RADIOGRAFIA STRESS MANUAL	117
9.3 ANÁLISE PRÉ CIRURGICA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E A RADIOGRAFIA STRESS GRAVITACIONAL	119
9.4 ANÁLISE INTRAOPERATÓRIA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E O TESTE STRESS ROTAÇÃO EXTERNA MANUAL.....	126
9.5 AVALIAÇÃO INTRAOPERATÓRIA COM RECURSO À ECOGRAFIA DA NECESSIDADE DE REPARAÇÃO DO LIGAMENTO DELTOIDE	132
9.6 ANÁLISE CLÍNICA E RADIOLÓGICA - INICIAL, SEIS MESES E APÓS O ANO	137
9.6.1 Análise Clínica comparativa nos dois grupos.....	137
9.6.2 Análise Radiológica comparativa nos dois grupos.....	142
9.6.3 Complicações	144
9.7 DETERMINAÇÃO DOS FATORES PREDITIVOS DO RESULTADO FUNCIONAL.....	145
9.8 ANÁLISE COMPARATIVA DO GRAU DE OSTEOARTROSE COM O ESTADO DO LIGAMENTO DELTOIDE	156
9.9 A “NOVA” CLASSIFICAÇÃO DAS FRATURAS MALEOLARES	164
9.10 PROTOCOLO DA FRATURA ISOLADA DO MALÉOLO LATERAL	168
10. DISCUSSÃO	169
10.1 ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO-ANÁLISE DESCRITIVA.....	170
10.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A RADIOGRAFIA STRESS GRAVITACIONAL E O TESTE STRESS MANUAL	171
10.3 ANÁLISE PRÉ CIRURGICA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E A RADIOGRAFIA STRESS GRAVITACIONAL	173
10.4 ANÁLISE INTRAOPERATÓRIA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E A RADIOGRAFIA STRESS MANUAL	176

10.5 AVALIAÇÃO INTRAOPERATÓRIA COM RECURSO À ECOGRAFIA DA NECESSIDADE DE REPARAÇÃO DO LIGAMENTO DELTOIDE	179
10.6 ANÁLISE CLÍNICA E RADIOLÓGICA - INICIAL, SEIS MESES E APÓS O ANO	182
10.7 DETERMINAÇÃO DOS FATORES PREDITIVOS DO RESULTADO FUNCIONAL.....	187
10.8 ANÁLISE COMPARATIVA DO GRAU DE OSTEOARTROSE COM O ESTADO DO LIGAMENTO DELTOIDE E DETERMINAÇÃO DOS FATORES PREDITIVOS	190
10.9 PONTOS FORTES DO MODELO	194
10.10 LIMITAÇÕES DO MODELO	195
10.11 FUTURAS ÀREAS DE INVESTIGAÇÃO.....	197
10.11.1 Validade e fiabilidade da “NOVA” classificação das fraturas maleolares.....	197
10.11.2 Estudo biomecânico do ligamento deltoide nas fraturas maleolares.....	197
10.11.3 Importância da radiografia em carga na avaliação da estabilidade na fratura isolada maleolar.....	198
10.11.4 Estudo epidemiológico das fraturas maleolares na População Portuguesa .	198
11. CONCLUSÕES.....	199
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	202
13. AGRADECIMENTOS	225

IV. PÁGINA DE ASSINATURA

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. Silva' or similar, located in the bottom right area of the page.

V. LISTA DE ABREVIATURAS

A

AO - *Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*

AOFAS - *American Orthopaedic Foot and Ankle Society*

ASA - *American Society of Anaesthesiologists*

C

CLE - Complexo ligamentar externo

CLI - Complexo ligamentar interno

E

EQ-5D - *EuroQuol-5D*

ETTM - Espaço Tibiotalar Medial

F

FCM - Faculdade de Ciências Médicas

G

Grav - Gravitacional

G I - Grupo I

G II - Grupo II

H

HSFX-CHLO - Hospital de São Francisco Xavier - Centro Hospitalar Lisboa Ocidental

I

ICC - *Intraclass Correlation Coefficient*

L

LD - Ligamento Deltoide

LPAA - Ligamento peronioastragalino anterior

LPAP - Ligamento peronioastragalino posterior

LPC - Ligamento peroniocalcaneano

LS - Ligamento sindesmótico

LTPAI - Ligamento tibioperonial antero inferior

LTPPI - Ligamento tibioperonial postero inferior

N

NAF - "NOVA" Ankle fractures Classification

O

OR - *Odds Ratio*

P

PA - Pronação-abdução

PE - Pronação-rotação externa

pp - planos perpendiculares

PROBE - *Prospective Randomized Open Blinded Endpoint*

R

RM - Ressonância Magnética

ROC - *Receiver Operating Characteristic Curve*

RX - Radiografia

RX AP - Radiografia Ântero-Posterior

S

SA - Supinação-adução

SE - Supinação-Rotação Externa

SPECT-CT - *Single-Photon Emission Computed Tomography/Computed Tomography*

SREM - *Stress Rotação Externa Manual*

T

TAC - Tomografia Axial Computorizada

TC - feixe tibiocalcaneano

TN - feixe tibionavicular

TS - feixe *tibiospring*

TTAP - feixe tibiotalar anterior profundo

TTPP - feixe tibiotalar posterior profundo

TTPS - feixe tibiotalar posterior superficial

U

US - Ultrassonografia

V

VAS - *Visual Analogue Scale*

VIF - Fatores de Inflação de Variação

VN - Verdadeiro Negativo

VP - Verdadeiro Positivo

VI. LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1 Incidência de fratura do tornozelo entre 2005 e 2014, no Norte da Dinamarca (adaptado de Elsoe et al., 2018) pp.42
- Fig. 2 Incidência (10^5 pessoa-ano) de fraturas do tornozelo na Suécia no período entre 1987 e 2004 estratificada por idade, género e tipo de fratura (adaptado de Thur et al., 2012) pp.42
- Fig. 3 Ilustração do maléolo medial de um tornozelo esquerdo, mostrando as inserções anatómicas dos feixes do ligamento deltoide e a sua relação espacial com as estruturas ósseas (adaptado de Campbell et al., 2014) pp.46
- Fig. 4 Dissecção anatómica apresentando os constituintes do feixe superficial do ligamento deltoide num tornozelo esquerdo (referenciados com linha de sutura), a pinça mostra em A: o feixe tibionavicular; B: o feixe *tibiospring*; C: o feixe tibiocalcaneano; D: imagem póstero medial mostra o feixe tibiotalar posterior superficial (adaptado de Campbell et al., 2014) pp.47
- Fig. 5 Dissecção anatómica apresentando o complexo ligamentar medial. A: Legenda: a) feixe tibionavicular (TN) b) feixe *"tibiospring"* (TS) c) feixe tibiocalcaneano (TC) d) feixe tibiotalar posterior profundo (TTPP); B: em plantar flexão os feixes anteriores TN, TS, TC encontram-se em tensão, enquanto o posterior TTPP relaxado; C: em dorsiflexão os feixes anteriores TN, TS, TC encontram-se relaxados e o posterior TTPP em tensão (adaptado de Golanò et al., 2010) pp.47
- Fig. 6 A: Diagrama ilustra o movimento relativo da articulação talocrural; B: o eixo de rotação no plano sagital e frontal, a linha a tracejado representa o arco de flexão-extensão. O ponto de interseção entre as duas linhas representa o arco de inversão-eversão; C: o eixo de rotação no plano transversal, o ponto de interseção permite o arco de movimento em adução-abdução (adaptado do Visual 3D-Motion Rockville & Maryland, cit. por Brockett & Chapman, 2016) pp.49
- Fig. 7 Fase de apoio do ciclo da marcha. A: primeiro *rocker* (calcanhar); B: segundo *rocker* (tornozelo); C: terceiro *rocker* (antepé), (adaptado de Wan et al., 2006) pp.50
- Fig. 8 Classificação Lauge-Hansen. A: supinação-adição (SA); B: supinação-rotação externa (SE); C: pronação-abdução (PA); D: pronação-rotação externa (PE), (adaptado de Thomsen et al., 1991) pp.51

- Fig. 9 Classificação Danis-Weber. A: infra-sindesmótica; B: a nível da pp.51
sindesmose; C: supra-sindesmótica (adaptado de Thomsen et al.,
1991)
- Fig. 10 Classificação AO, divisão por subgrupo. A: 44A1 - infra-sindesmótica pp.54
isolada; B: 44A2 - infra-sindesmótica com fratura maléolo medial; C:
44A3 - infra-sindesmótica com fratura maléolo póstero-medial
- Fig. 11 Classificação AO, divisão por subgrupo. A: 44B1 - trans-sindesmótica pp.55
isolada; B: 44B2 - trans-sindesmótica com fratura maléolo medial ou
lesão do LD; C: 44B3 - trans-sindesmótica com fratura maléolo medial
ou lesão do LD e posterior
- Fig. 12 Classificação AO, divisão por subgrupo. A: 44C1 - supra-sindesmótica pp.56
com fratura maléolo medial ou lesão do LD; B: 44C2 - supra-
sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD; C: 44C3 -
supra-sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD
- Fig. 13 A: Tumefação na face lateral do tornozelo esquerdo; B: equimose na pp.60
face medial; C: ferida associada a flitena
- Fig. 14 Radiografias do tornozelo. A: Radiografia AP; B: Radiografia oblíqua pp.61
interna (15º rotação interna); C: RX perfil
- Fig. 15 A: Técnica de medição do espaço tibiotalar medial; B: medição do pp.62
espaço tibiotalar superior; C: medição ângulo talocrural (linha azul) e
do ângulo desvio talar (linha azul e laranja)
- Fig. 16 A: Fratura isolada do maléolo lateral; B: RX *stress* gravitacional revela pp.64
instabilidade medial; C: RX *stress* rotação externa manual confirma
instabilidade
- Fig.17 A: RX *mortise view* espaço tibiotalar medial < 4 mm; B: fratura pp.65
maléolo posterior; C: RX *stress* gravitacional espaço tibiotalar medial
> 4 mm; D: RX em carga mostrando espaço tibiotalar < 4 mm,
indicador de estabilidade
- Fig. 18 A: RX AP fratura 44B3.1; B e C: a TAC permitiu esclarecer o padrão de pp.67
fratura do maléolo posterior
- Fig. 19 Análise do estado do ligamento deltoide por ressonância magnética. pp.68
A: feixe tibiotalar posterior (TTPP) integro; B: TTPP rotura parcial; C:
TTPP rotura completa (adaptado de Cheung et al., 2009)
- Fig. 20 Fratura do maléolo medial, imagem em TAC. A: traço a nível do sulco; pp.74
B: imagem ecográfica, rotura do TTPP parcial; C: sutura
- Fig. 21 A: Fratura do maléolo lateral associada a luxação do tornozelo; B: RX pp.75
stress manual, com instabilidade medial; C: rotura completa do TTPP

- Fig. 22 A: Fratura 44B2.3 (**o,r**); B: teste *stress* manual revela instabilidade medial; C: redução e osteossíntese do maléolo lateral; D: teste *stress* após osteossíntese revela instabilidade residual; E: sutura do feixe superficial e posterior com âncora; F: estabilidade final pp.76
- Fig. 23 A: Fratura 44B3.3 (**o,r,u**) em RX AP; B: RX perfil; C: TAC, desenho da fratura e lesão óbvia do LD; D: teste *stress* após osteossíntese com instabilidade residual; E: teste *stress* após osteossíntese e sutura LD, mantém instabilidade residual; F: fixação com parafuso sindesmótico e estabilidade final pp.77
- Fig. 24 A: Fratura 44B3.1; B: fotografia intraoperatória demonstra a rotura do feixe posterior do LD; C: sutura com âncora pp.78
- Fig. 25 Artrosopia. A: goteira medial visualizado pelo portal ântero-lateral; B: o *Shaver* introduzido pelo portal ântero-medial, desbridamento de distal para proximal; C: rotura do feixe superficial do LD (cortesia de Veja et al., 2017) pp.79
- Fig. 26 Artrosopia. A: goteira medial visualizado pelo portal ântero-lateral; B: o *clamp* de sutura é introduzido pelo portal ântero-medial; C, D: sutura do feixe superficial do LD, com dupla sutura (cortesia de Veja et al., 2017) pp.79
- Fig. 27 Camadas histológicas da cartilagem hialina e disposição esquemática das fibras de colagénio e dos condrócitos (adaptado de Britteberg, 2010) pp.81
- Fig. 28 Comparação entre as articulações do joelho e tornozelo: no tornozelo a congruência óssea é maior e, portanto, menos dependente dos tecidos moles (rosa-púrpura) para manter a estabilidade; tem menor área de superfície de contato (três vezes); a espessura da cartilagem (azul) é menor (metade), embora a camada superficial seja semelhante; a matriz extracelular é mais densa e possui maior rigidez dinâmica (adaptado de Delco et al., 2017) pp.82
- Fig. 29 A: Fratura 44C3.1 (**p,r**) 2,5d,8e; B: rotura completa do feixe superficial e profundo do LD; lesão condral ântero-medial do astrágalo pp.83
- Fig. 30 Distribuição das lesões da cartilagem identificadas por artrosopia. A: na tíbia e maléolos; B: no astrágalo (adaptado de Stufkens et al., 2010) pp.83
- Fig. 31 Na avaliação da osteoartrose, recomenda-se 4 incidências em carga. A: RX do pé em AP; B: RX perfil; C: RX tornozelo (*mortise view*); D: incidência de Saltzman pp.86

- Fig. 32 A: Alinhamento supramaleolar, ângulo tibiotalar; B: alinhamento inframaleolar, ângulo túbio calcâneo, incidência de Saltzman; C: ângulo túbio calcâneo descrito por Reilingh; D: ângulo túbio calcâneo descrito por Donovan pp.87
- Fig. 33 Fratura trimaleolar (44B3.2) do tornozelo esquerdo com 19 anos de evolução. A: RX AP evidência de artrose grau 3 da classificação de van Dijk; B: RX perfil confirma; C: cintigrafia com hipercaptação do radiofármaco pp.88
- Fig. 34 Osteoartrose do tornozelo após fratura maleolar. Classificação de van Dijk et al. (1997). A: grau 0, esclerose subcondral; B: grau 1: presença de osteófitos sem diminuição do espaço articular; C: grau 2: diminuição do espaço articular com ou sem osteófitos; D: grau 3: ausência de espaço articular e deformidade articular pp.90
- Fig. 35 Média de idades dos doentes com fratura maleolar, no grupo I (azul) e II (verde) pp.113
- Fig. 36 Histograma da escala funcional da *American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)* pp.114
- Fig. 37 Histograma da escala analógica da dor - VAS (*Visual Analogue Scale*) pp.115
- Fig. 38 Histograma do questionário EQ-5D (*EuroQol-5*) pp.115
- Fig. 39 Medição em mm do espaço tibiotalar medial na RX gravitacional. A: espaço < 4 mm; B: espaço 4 - 4.9 mm; C: espaço > 5 mm pp.117
- Fig. 40 Fratura 44B3.1. A: teste *stress* gravitacional, espaço medial 9.2 mm; B e C: ecografia - perda da normal continuidade fibrilar com ecogenecidade heterogênea, rotura proximal, completa de ambos os feixes. Legenda: MM = Maléolo Medial T = Talus pp.122
- Fig. 41 A: Fratura 44B3.3 (**u**) 2,5a,9; B: rotura completa do feixe profundo do LD; C: reorganização das fibras por sutura simples trans-óssea; D: teste *stress* manual confirma estabilidade. Legenda: seta laranja indica o traço de fratura no maléolo lateral e medial; a seta azul indica o feixe do ligamento deltoide pp.134
- Fig. 42 A: Fratura 44C3.1 (**p,r**) 2,5d,8e; B: rotura completa do feixe superficial do LD; C: rotura completa do feixe profundo do LD; D: reorganização da fibras por sutura com âncora pp.135
- Fig. 43 A: Fratura 44B2.3 (**r,u**) 1; B: rotura proximal, parcial do feixe profundo; C: reorganização das fibras após osteossíntese; D: o teste *stress* manual confirmou a estabilidade pp.135
- Fig. 44 A: Fratura 44B3.3 (**u**) 2,5a; B: teste *stress* manual, espaço tibiotalar medial 6.4 mm; C: após osteossíntese instabilidade residual; D: após pp.136

estabilização com parafuso sindesmótico, o teste *stress* manual final confirmou a estabilidade

- Fig. 45 Escala funcional da AOFAS, inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento pp.138
- Fig. 46 Escala analógica da dor - VAS, inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento pp.139
- Fig. 47 Escala EQ-5D inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento pp.140
- Fig. 48 A: RX AP, fratura 44B2.3 (r,u) 2,5b,9; B: RX AP aos 6 meses de seguimento; C: RX AP ao ano de seguimento, fratura de parafusos sindesmóticos pp.145
- Fig. 49 Correlação linear entre os resultados da escala AOFAS e do score EQ-5D. A: à data do trauma; B: aos 6 meses; C: no final de seguimento pp.145
- Fig. 50 Representação dos resíduos de um modelo adequado à data do trauma. A: histograma de frequência; B: gráfico de probabilidades de valores ajustados; C: gráfico cartesiano representação corresponde a uma linha reta, seguindo distribuição normal pp.148
- Fig. 51 Representação dos resíduos de um modelo adequado aos 6 meses de seguimento. A: histograma de frequência; B: gráfico de probabilidades de valores ajustados; C: gráfico cartesiano representação corresponde a uma linha reta, seguindo distribuição normal pp.150
- Fig. 52 Representação dos resíduos de um modelo adequado no final do seguimento. A: histograma de frequência; B: gráfico de probabilidades de valores ajustados; C: gráfico cartesiano representação corresponde a uma linha reta, seguindo distribuição normal pp.152
- Fig. 53 Análise comparativa do grau de osteoartrose com o estado do ligamento deltoide nos dois grupos de estudo pp.156
- Fig. 54 Descrição da curva ROC referente ao espaço tibiotalar medial após osteossíntese maleolar. A: medição em mm; B: dicotomizada em < ou > 4 mm pp.162
- Fig. 55 Proposta da “NOVA” classificação das fraturas maleolares (NAF) pp.167
- Fig. 56 Novo protocolo de fratura isolada maléolo lateral pp.168

VII. LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Perspetiva histórica do tratamento da fratura do tornozelo sem ou com sutura do LD	pp.73
Tabela 2	Avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência pela classificação AO, nos dois grupos em estudo	pp.116
Tabela 3	Avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência pela classificação de Lange-Hansen, nos dois grupos em estudo	pp.116
Tabela 4	Avaliação do espaço tibiotalar medial na RX Grav e SREM. Valor p^a = teste χ^2 ; valor p^b = Mann-Whitney	pp.118
Tabela 5	Comparação dos resultados de um teste dicotómico (RX SREM e RX gravitacional) com o estado do ligamento deltoide. VP = verdadeiro positivo; FP = falso positivo; VN = verdadeiro negativo; FN = falso negativo; teste χ^2 ; $p = 0,000$	pp.118
Tabela 6	Comparação dos resultados de um teste dicotómico (≥ 4 mm; ≥ 5 mm) com o estado do ligamento deltoide; teste χ^2 ; $p = 0,000$	pp.119
Tabela 7	RX <i>Stress</i> gravitacional em doentes com fratura isolada do maléolo lateral. Legenda: Cons = Conservador; valor p = teste χ^2	pp.120
Tabela 8	Análise comparativa entre o teste de <i>Stress</i> gravitacional e o teste de ecografia. Legenda: dp = desvio padrão; CI = intervalo de confiança; Min-Max = mínimo-máximo; valor p^a = teste χ^2 ; valor p^c = Kruskal-Wallis	pp.122
Tabela 9	Comparação dos resultados de um teste dicotómico com o estado do ligamento deltoide; teste χ^2 ; $p = 0,000$	pp.123
Tabela 10	Concordância no <i>stress</i> gravitacional, variação entre observadores. O tracejado assinala a concordância; valor p = teste χ^2	pp.124
Tabela 11	Teste <i>stress</i> gravitacional: fiabilidade entre intraobservador e interobservador. Legenda: 1ª linha: ICC <i>Intraclass Correlation Coefficient</i> ; 2ª linha: 95% intervalo de confiança; 3ª linha: valor p = teste χ^2	pp.124
Tabela 12	Concordância no teste ecográfico, variação entre observadores (tipo de feixe; integridade; localização). Legenda: Sup = superficial; prof= profundo; Comp = completa; valor p = teste χ^2	pp.125
Tabela 13	Teste ecografia: fiabilidade entre intraobservador e interobservador. Legenda: valor Kappa <i>statistic</i> e valor p = teste χ^2	pp.125
Tabela 14	Análise do teste de <i>Stress</i> Rotação Externa Manual nos doentes operados; relação entre o grau de estabilidade, o método de	pp.127

osteossíntese e o tipo de fratura. Legenda: ML = maléolo lateral; MM = maléolo medial; MP = maléolo posterior; LTPAI = reinserção ligamento tíbio-peroneal anterior-inferior; valor p = teste χ^2

Tabela 15	Análise do teste de <i>stress</i> rotação externa manual nos doentes operados, relação do grau de estabilidade antes e após osteossíntese. Legenda: ML = maléolo lateral; MM = maléolo medial; MP = maléolo posterior; Espaço medial = espaço tíbiotalar medial; valor p = teste χ^2	pp.128
Tabela 16	Análise intraoperatória comparativa entre a ecografia e o teste <i>stress</i> rotação externa manual. Legenda: dp = desvio padrão; CI = intervalo de confiança; Min-Max = mínimo-máximo; valor p ^a = teste χ^2 ; valor p ^c = Kruskal-Wallis	pp.129
Tabela 17	Comparação dos resultados de um teste dicotómico com o estado do ligamento deltoide; teste χ^2 ; valor p = 0,000	pp.130
Tabela 18	Concordância no teste <i>stress</i> rotação externa manual, variação entre observadores. O tracejado assinala a concordância; valor p = teste χ^2	pp.130
Tabela 19	Teste <i>stress</i> rotação externa manual: fiabilidade entre intraobservador e interobservador. Legenda: 1 ^a linha: ICC <i>Intraclass Correlation Coefficient</i> ; 2 ^a linha: 95% intervalo de confiança; 3 ^a linha: valor p = teste χ^2	pp.131
Tabela 20	Concordância no teste ecográfico, variação entre observadores (tipo de feixe; integridade; localização). Legenda: Sup = superficial; Comp = completa; valor p = teste χ^2	pp.132
Tabela 21	Teste ecografia: fiabilidade entre intraobservador e interobservador. Legenda: 1 ^a coluna: valor Kappa <i>statistic</i> ; 2 ^a coluna: valor p = teste χ^2	pp.132
Tabela 22	Avaliação intraoperatória da competência do ligamento deltoide antes e após cirurgia nos dois grupos; valor p = teste χ^2	pp.133
Tabela 23	Comparação intraoperatória do espaço tíbiotalar medial entre os dois grupos. Legenda: N (%) = total doentes; Média = média do espaço tíbiotalar medial (mm \pm desvio padrão); CI = 95% intervalo de confiança; <i>Stress</i> = teste <i>stress</i> rotação externa manual; Após = após osteossíntese; Final = após cirurgia; valor p = Mann-Whitney	pp.137
Tabela 24	Análise clínica por grupos: inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento. Legenda: dp = desvio padrão; 95% CI = intervalo de confiança; valor p = Mann-Whitney	pp.141

Tabela 25	Análise clínica por grupos e grau de lesão do ligamento deltoide: inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento; valor p = Mann-Whitney	pp.141
Tabela 26	Análise radiográfica por grupos: inicial e no final de seguimento; valor p = ANOVA - Bonferroni	pp.142
Tabela 27	Análise radiográfica por grupos e grau de lesão do ligamento deltoide: inicial e no final de seguimento; valor p = ANOVA - Bonferroni	pp.143
Tabela 28	Complicações (infecção e deiscência de ferida operatória) no grupo I e II. <i>ECc</i> = <i>Enterobacter Cloacae complex</i> , <i>MSSA</i> = <i>Staphylococcus Aureus Meticilino sensível</i> , <i>MRSA</i> = <i>Staphylococcus Aureus Meticilino resistente</i> , M = masculino, F = feminino, Lav+desb = lavagem e desbridamento cirúrgico, EMOS = extração de material de osteossíntese, Sub ost = substituição de osteossíntese, AB = antibioterapia	pp.144
Tabela 29	Variáveis preditivas de recuperação funcional à data do trauma pelo modelo de regressão linear. Legenda: ost = osteossíntese	pp.147
Tabela 30	Variáveis preditivas de recuperação funcional aos seis meses de seguimento, pelo modelo de regressão linear. Legenda: osteo = osteossíntese	pp.149
Tabela 31	Variáveis preditivas de recuperação funcional pelo modelo de regressão linear múltiplo; valor p^a = teste χ^2 ; valor p^f = ANOVA	pp.152
Tabela 32	Análise da associação entre a exposição principal - lesão do ligamento deltoide e as variáveis independentes: idade, género, ASA, tipo de fratura, ângulo talocrural e osteoartrose	pp.155
Tabela 33	Medidas de tendência central e medidas de dispersão relativas às variáveis independentes contínuas associadas à osteoartrose (OA). Legenda: ETTM = espaço tibiotalar medial; ADT = ângulo desvio talar; ATC = ângulo talocrural; ETTM g = espaço tibiotalar gravitacional; ETTM s = espaço tibiotalar medial no teste <i>stress</i> manual; ETTM após = espaço tibiotalar medial após osteossíntese; valor p^a = teste T Student; valor p^b = teste de Mann-Whitney	pp.158
Tabela 34	Avaliação do grau de osteoartrose nos dois grupos em estudo. Legenda: LS = lesão da sindesmose; ETTM após osteos = espaço tibiotalar medial após osteossíntese; valor p^a = teste χ^2 ; valor p^e = teste exato de Fisher	pp.160

- Tabela 35 Variáveis preditivas de osteoartrose pelo modelo de regressão pp.161
logística múltipla. Legenda: osteo = osteossíntese
- Tabela 36 Variáveis preditivas de osteoartrose pelo modelo de regressão pp.161
logística múltipla ajustada para cada uma das variáveis. Legenda:
osteo = osteossíntese

1. INTRODUÇÃO

As fraturas maleolares têm aumentado nas últimas décadas, tendo os estudos epidemiológicos de Elsoe et al. (2018) encontrado uma incidência de 168.7/ 100.000 / ano. A distribuição etária é unimodal no gênero masculino, com um pico de incidência na adolescência, enquanto no gênero feminino é bimodal, com um pico de incidência pelos 10-19 anos e após os 70 anos. A maioria são resultantes de acidentes de baixa energia (61%), seguido de acidentes desportivos (22%). Independentemente da idade, o padrão mais comumente encontrado foi a fratura do maléolo lateral, representando 55% do conjunto das fraturas detetadas.

Estas lesões podem ocorrer por traumatismo direto ou pela transmissão indireta de forças rotacionais, axiais ou de translação. O retropé dispõe de 3 articulações: a talocrural, a subtalar e a sindesmose tíbio-peroneal distal. Estas 3 articulações trabalham em conjunto para permitir o seu movimento coordenado e movem-se como uma unidade, nos três planos cardinais: sagital (flexão e extensão), frontal (inversão-eversão), e transversal (rotação externa e interna). Os 3 principais contribuintes para a estabilidade da articulação do tornozelo são: a congruência das superfícies articulares durante a carga, os complexos ligamentares estáticos, e as unidades músculo tendinosas, que permitem a estabilização dinâmica articular.

O conceito de movimento triplanar da articulação talocrural é importante para se entender a sua estabilidade. Durante a carga, as superfícies ósseas são os estabilizadores primários contra a excessiva rotação e translação do astrágalo. No entanto, a contribuição dos ligamentos talocrurais para a sua estabilidade é crucial. O apoio ligamentar é proporcionado pela cápsula articular e vários ligamentos, incluindo lateralmente, o

peronioastragalino anterior (LPAA), o peroniocalcaneano (LPC) e o peronioastragalino posterior (LPAP) e medialmente o ligamento deltoide (LD) e ainda os ligamentos sindesmóticos (LS), (Watanabe et al., 2012).

O ligamento deltoide é uma estrutura complexa que se estende em leque desde o maléolo medial, para o escafoide, astrágalo e calcâneo. Estudos anatómicos de Pankovich e Shivaram (1979), mostraram que o feixe superficial está inserido no tubérculo anterior, enquanto o feixe profundo o faz no tubérculo posterior e no sulco do maléolo medial. De acordo com os estudos de Stufkens et al. (2012), o ligamento deltoide é constituído por seis feixes diferentes, em sintonia com as suas características funcionais. O superficial é constituído pelo feixe tibionavicular (TN), *tibiospring* (TS), tibiocalcaneano (TC) e o tibiotalar posterior superficial (TTPS), enquanto o feixe profundo inclui os tibiotalar anterior (TTAP) e posterior (TTPP).

Estas estruturas ligamentares são responsáveis principalmente pela estabilização medial do tornozelo, assumindo a sua função ao limitar a translação anterior, posterior e lateral do astrágalo na articulação talocrural. Especificamente, o ligamento deltoide superficial resiste à eversão do retropé, enquanto o feixe profundo é o principal bloqueador da rotação externa do astrágalo, sendo o contribuinte mais importante para a estabilidade do tornozelo. A compreensão da anatomia do ligamento deltoide é fundamental para um planeamento adequado da cirurgia com execução de técnicas de reconstrução (Campbell et al., 2014; Pankovich & Shivaram, 1979; Stufkens et al., 2012; Watanabe et al., 2012).

A classificação das fraturas maleolares é importante, pois permite estimar a extensão da lesão ligamentar ou a própria estabilidade articular. Têm sido desenvolvidas várias nos últimos anos. A classificação Lauge-Hansen (1949), baseou-se no mecanismo do trauma após estudos em membros amputados. A posição do pé no momento da lesão assume um

papel fundamental, como acontece com a força deformante aplicada. Danis em 1949, e posteriormente Weber em 1966, classificaram-nas por radiografia, centraram-se na localização da fratura do maléolo lateral em relação à sindesmose. A classificação *de Müller* (1987) publicada pela *AO Foundation (Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen Foundation)* baseia-se na gravidade da lesão, bem como na sua complexidade morfológica e prognóstico. Tal como na classificação Weber, existem basicamente três tipos principais: tipo A - infra-sindesmótica, tipo B - trans-sindesmótica, tipo C - supra-sindesmótica. Estas fraturas são idênticas às descritas por Lauge-Hansen como: supinação-adução (I-II), supinação-rotação externa (I-IV) e pronação-rotação externa (I-IV).

Contudo, ao contrário da classificação Lauge-Hansen e da AO, a classificação Weber não tem em conta a lesão ligamentar. Adicionando os estadios da classificação Lauge-Hansen à classificação Weber torna-se possível prever não só a lesão ligamentar como a sua instabilidade. As fraturas por supinação-rotação externa (SE), também conhecidas como AO Weber B, são as mais comuns, representando cerca de 80% de todas as fraturas maleolares. Nas do tipo SE II, o ligamento deltoide encontra-se íntegro, enquanto nas SE IV existe uma instabilidade significativa, que se caracteriza pela existência de uma fratura maleolar medial ou uma lesão do ligamento deltoide ou ainda associado a lesão óssea e ligamentar.

Identificar a ausência ou a presença de uma lesão do ligamento deltoide numa fratura maleolar lateral isolada e alinhada, continua a ser fundamental para a diferenciação entre o estadio II (estável) e o IV (instável) das fraturas SE. Na realidade, a frequência de lesão do ligamento deltoide nas fraturas SE é maior do que o habitual, oscilando entre 20 e 50%. O objetivo primordial é efetuar o diagnóstico da lesão ligamentar que está associada à fratura maleolar, a fim de se proceder à sua correção cirúrgica pela redução anatómica da fratura

peronial, restituindo o seu comprimento e alinhamento, permitindo estabilizar o lado medial através da osteossíntese da fratura maleolar medial e/ou sutura do ligamento deltoide, de forma a manter o astrágalo estável na pinça maleolar (Gougoulas & Sakellariou, 2017; Li et al., 2019).

Tornetta (2000), alertou que pode persistir incompetência do ligamento deltoide após osteossíntese do maléolo medial em 26% dos casos. Tal facto deve-se em geral à presença simultânea de fratura, com um fragmento ≤ 1.7 centímetros de largura, medido em radiografia (RX) de perfil e a rotura do feixe profundo do ligamento deltoide, fazendo com que a simples osteossíntese, se revele insuficiente para restaurar a estabilidade medial.

Quando persiste incompetência do ligamento deltoide, verifica-se o deslocamento lateral do astrágalo, bastando um milímetro para reduzir a área de contacto articular em cerca de 42% (Ramsey & Hamilton, 1976). Um encurtamento do perónio ≥ 2 mm, leva a um aumento da pressão de contacto articular, que associado ao facto da articulação do tornozelo normalmente suportar durante a marcha 5 a 7 vezes o peso do corpo, torna pertinente a consequente evolução para artrose precoce pós-traumática, associada a dor, rigidez e incapacidade funcional, com impacto direto na qualidade de vida destes doentes (Gougoulas & Sakellariou, 2017; Tornetta, 2000). Outros autores mostraram que 78% da osteoartrose do tornozelo se deve a causa traumática (Valderrabano et al., 2009).

A questão que se coloca, é como verificar a competência do ligamento deltoide, quando se diagnostica uma fratura isolada do maléolo lateral e coexiste um espaço medial tíbiotalar normal na radiografia simples.

Vários métodos têm sido propostos para a avaliar. A presença de edema, equimose e sensação de dor ou desconforto na região medial, poderá ser um indicador de lesão de partes moles, mas não propriamente do ligamento deltoide. Alguns autores apoiam o

conceito de que estes sinais clínicos, têm um valor preditivo inadequado da estabilidade medial da articulação do tornozelo (DeAngelis et al., 2007a; Koval et al., 2007; Tornetta, 2000).

As radiografias de *stress* rotação externa manual (SREM), obtidas com o pé em dorsiflexão e em rotação externa, constituem importante fator preditivo da lesão do ligamento deltoide. Estudos de nível III e IV indicam que um espaço tíbiotalar medial ≥ 4 mm ou ≥ 1 mm que o espaço tíbiotalar superior, é indicativo de rotura dos feixes profundos do ligamento deltoide (DeAngelis et al., 2007b; Angioi et al., 2004; Wang et al., 2017). Contudo, estes testes são apenas tolerados pelo doente após analgesia eficaz, ou sob anestesia.

Como uma medida de avaliação da competência do ligamento deltoide, Gill et al. (2007), Michelson et al. (2001) e Michelson (2003), recomendam as radiografias de *stress* gravitacional, considerando-as tão confiáveis como as de *stress* rotação externa manual (SREM), mas tendo como vantagem a menor exposição à radiação ionizante.

Weber et al. (2010), propuseram o uso de radiografias em carga para avaliar o grau de estabilidade e excluir a necessidade de tratamento cirúrgico. De acordo com estes autores é um método fácil, seguro, confiável e indolor. Outros estudos com maior potência, compararam as radiografias em carga com a RX de *stress* gravitacional, alertando que aproximadamente 90% das fraturas isoladas de Weber tipo B reduzem em carga devendo ser consideradas estáveis e passíveis de tratamento conservador (Gougoulas & Sakellariou, 2017; Seidel et al., 2017).

De acordo com Gardner et al. (2006); Hintermann (2005); Koval et al. (2007) e Lee et al. (2016), a ressonância magnética pode ser útil no diagnóstico destas lesões, mas é evidente

que existem limitações na sua exequibilidade, devido aos custos inerentes e mais difícil acesso.

A artroscopia também tem sido utilizada para avaliar as lesões ligamentares e da cartilagem no trauma agudo, Hintermann et al. (2006), relataram que apenas 84,4% do ligamento deltoide pode ser visualizado em artroscopia, e mesmo assim só raramente os feixes superficiais. Dados consensuais foram apresentados anteriormente por Schuberth et al. (2004).

Atualmente, o uso de ecografia tem tido sucesso no mundo da medicina, uma vez que é um método não invasivo, rápido e indolor, permitindo um diagnóstico preciso e precoce. As principais vantagens da ecografia incluem a avaliação dinâmica das estruturas, a ausência de exposição à radiação ionizante e o baixo custo. A sua principal desvantagem é requerer um conhecimento prévio e formação profissional adequada. Em geral, a relação custo-eficácia da ecografia pode justificar a sua utilização como uma técnica de análise de primeira linha. Os ligamentos do tornozelo são superficiais e facilmente acessíveis à ultrassonografia. Quando esta é utilizada numa rotura aguda do ligamento deltoide, visualizamos uma zona anecoica, assim como edema, equimose e eventual avulsão da inserção óssea. Deste modo, a ecografia do tornozelo traumático agudo, deve ser considerada como uma potencial modalidade de imagem, que pode ser utilizada em unidades de trauma, permitindo avaliar a integridade do ligamento deltoide e acelerar o processo de decisão clínica (Chen et al., 2008; Henari et al., 2011; Jacobson, 2005; Kim et al., 2020; Naredo et al., 2006; Schmid et al., 2017; Sconfienza et al., 2015; van Dijk et al., 1996).

A lesão do ligamento deltoide em fraturas maleolares tem sido alvo de muitos estudos e investigações. Contudo, continua a não haver consenso quanto ao melhor instrumento a utilizar como método de avaliação da sua integridade e competência.

2. RACIONAL CIENTÍFICO

2.1 EPIDEMIOLOGIA

As fraturas maleolares representam cerca de 10.2% de todas as fraturas. Têm aumentado nas últimas décadas, numa relação direta com o envelhecimento da população e o incremento da prática desportiva (Court-Brown & Caesar, 2006; Liu et al., 2018; Scholes et al., 2014).

Kannus et al. (2002) referem no seu estudo um aumento de 319% destas fraturas, associadas a quedas de baixa energia, sobretudo em idosos, prevendo que estes valores tripliquem até 2030. Nos EUA cerca de 1.3-1.5 milhões destas fraturas ocorrem anualmente, originando grande morbilidade e até indiretamente, a morte. O risco aumenta para o género feminino, idade avançada, fragilidade óssea, obesidade, sedentarismo, deficit de vitamina D e cálcio, alcoolismo, tabagismo e outros problemas médicos (Cummings et al., 1985; Kannus et al., 2008; Ludvigsson et al., 2011; Scholes et al., 2014; Shibuya et al., 2013).

Estudos epidemiológicos de Elsoe et al. (2018), recentemente realizados na Dinamarca entre 2005 e 2014, e numa população de cerca de 10.000 doentes com fratura do tornozelo, revelaram uma incidência média de 168.7/ 100.000 / ano, com variações por género, com maior incidência na mulher (22.4 / 100.000 / ano). A média de idade na altura do acidente foi de 41.4 ± 24.3 anos, com uma distribuição por idade e género unimodal no homem e bimodal na mulher, com um pico na adolescência em ambos os géneros e aos 70 anos (Figura 1). Em qualquer idade, o padrão mais comumente encontrado foi a fratura do maléolo lateral, em cerca de 55% de todas as fraturas maleolares. Contudo, outros estudos epidemiológicos anteriores, referiam que 60 a 70% eram fraturas unimaleolares,

15 a 20% bimaléolares e 7 a 12% eram trimaleolares, o que representa um valor ligeiramente superior, alertando para essa possibilidade (Court-Brown et al., 2015; Jensen et al., 1998).

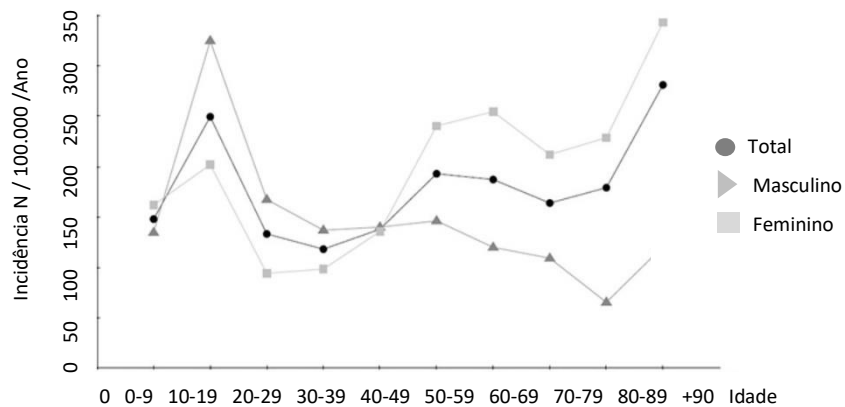


Fig. 1. Incidência de fratura do tornozelo entre 2005 e 2014, no Norte da Dinamarca (adaptado de Elsoe et al., 2018)

A incidência estratificada de acordo com o traço de fratura, mostrou que as unimaleolares tem uma distribuição essencialmente unimodal, com picos na adolescência para os homens e acima dos 50 anos na mulher. Os mesmos autores afirmam que as fraturas bi ou trimaleolares têm em ambos os gêneros uma distribuição progressiva com a idade, embora com um maior predomínio na mulher, sobretudo entre os 60 e 70 anos (Figura 2), (Court-Brown et al., 2015; Thur et al., 2012).

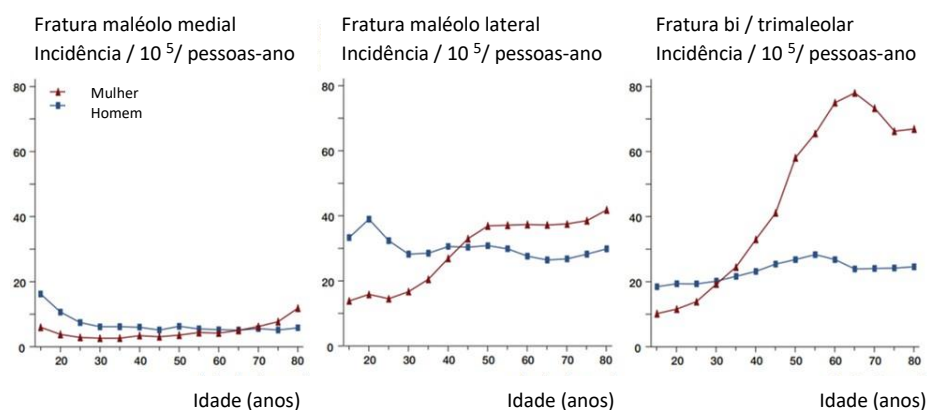


Fig. 2. Incidência (10⁵ pessoa-ano) de fraturas do tornozelo na Suécia no período entre 1987 e 2004 estratificada por idade, gênero e tipo de fratura (adaptado de Thur et al., 2012)

Por outro lado, Marsh et al. (2007) utilizando a classificação AO, referem que 24.1% são do tipo A, 65.8% B e 10.1% do tipo C.

Estas lesões podem ocorrer por traumatismo direto ou pela transmissão indireta de forças rotacionais, axiais ou de translação. Elsoe et al. (2018), referem que a queda parece ser o mecanismo mais comum, representando 61% dos casos, seguido por acidente desportivo apenas em 22%. Porém, Thur et al. (2012) e Court-Brown et al. (2015), alertam que em 80% dos casos, a queda foi a origem da fratura, independentemente do seu tipo. Também de acordo com Thur et al. (2012), a cirurgia com redução aberta e osteossíntese interna, foi a opção em 78% dos homens e 75% das mulheres, detetando-se apenas 3% de fraturas expostas.

O número de fraturas por quedas de baixa energia tem aumentado na última década, o que já constitui um problema grave de saúde pública. Não obstante, estudos epidemiológicos socio demográficos têm não só confirmado como até ampliado esta tendência apontando previsões de um aumento progressivo nos próximos 20-30 anos. Assim, tem sido considerado de primordial importância aplicar medidas preventivas, como por exemplo a melhoria dos cuidados de saúde primários, alteração de estilo de vida, prevenção de quedas, uso de ortóteses e calçado adequado (Liu et al., 2018; Scholes et al., 2014).

2.2 ANATOMIA

O retropé dispõe de 3 articulações: talocrural, subtalar e sindesmose tíbio-peroneal distal. Estas trabalham em conjunto para permitir um movimento coordenado, articulando-se como uma só unidade, nos três planos cardinais: sagital (flexão-extensão), frontal (inversão-eversão) e transversal (rotação externa-interna), (Hertel, 2002).

A articulação talocrural é uniplanar e subcutânea, sendo formada pelos maléolos lateral, posterior e medial. Classicamente, descreve-se um eixo virtual transversal que une as extremidades dos maléolos e forma com o plano horizontal um ângulo de 10 a 30°, bem como um outro de cerca de 30° com o eixo longitudinal da tíbia (Brockett & Chapman, 2016).

A espessura da cartilagem é pequena, o que se torna relevante face à reduzida área de superfície de contacto (350 mm²) que, no entanto, suporta durante a marcha cinco a sete vezes o peso do corpo (Shepherd et al., 1999).

A articulação subtalar/ subastragalina é trocoide, sendo formada pela faceta posterior do calcâneo e do astrágalo. É estabilizada pelos ligamentos peroniocalcaneano, interósseo, cervical no seio do tarso e ainda por espessamentos da cápsula articular; ligamento talocalcaneano externo, interno e posterior (Golanò et al., 2010; Sousa et al., 2015). A sindesmose tibioperonial distal é uma anfiartrose de grande superfície de contacto e restrição de movimento a um máximo de dois milímetros. As suas superfícies ósseas não têm cartilagem hialina e estão cobertas por perióstio. A estabilidade articular é potenciada por quatro estruturas ligamentares: o ligamento tibioperonial anterior e inferior (LTPAI), largo, forte e oblíquo, unindo o tubérculo de Tillaux-Chaput ao maléolo lateral; o tibioperonial posterior e inferior (LTPPI) mais fraco unindo o maléolo posterior ao lateral; o ligamento transversal inferior distal; o ligamento intermaleolar posterior e ainda o interósseo, que corresponde a um verdadeiro espessamento da membrana interóssea (Hoefnagels et al., 2007; Golanò et al., 2010; Sousa et al., 2015).

Os três principais contribuintes para a estabilidade da articulação do tornozelo são: a congruência das superfícies articulares durante a carga, os complexos ligamentares estáticos, e as unidades músculo-tendinosas, que permitem uma estabilização dinâmica. O

conceito de movimento triplanar da articulação talocrural é importante para se entender a sua estabilidade. Durante a carga, as superfícies ósseas constituem estabilizadores primários face à excessiva rotação e translação do astrágalo (Watanabe et al., 2012). No entanto, é crucial a contribuição dos ligamentos talocrurais para a estabilidade global. Note-se que o apoio ligamentar é proporcionado pela cápsula articular e vários ligamentos, incluindo lateralmente o perónioastragalino anterior (LPAA), o peroníocalcaneano (LPC) e o perónioastragalino posterior (LPAP), bem como os ligamentos sindesmóticos (LS) e ainda medialmente o ligamento deltoide (LD), (Golanò et al., 2002; Leardini et al., 2000; Sousa et al., 2015).

O LD é uma estrutura complexa que se estende em leque desde o maléolo medial, para o navicular, astrágalo e calcâneo. Estudos anatómicos de Pankovich e Shivaram (1979), mostraram que o seu feixe superficial se insere no tubérculo anterior e no vértice do maléolo medial, enquanto o feixe profundo o faz no tubérculo posterior e no sulco do maléolo medial, em estreita relação com a bainha do tendão tibial posterior. Sabe-se ainda, que uma fina camada de tecido adiposo se pode interpor entre os ligamentos superficiais e os profundos. De acordo com vários estudos, o LD é formado por seis feixes diferentes, em consonância com as suas características funcionais. O superficial constituído pelo feixe tibionavicular (TN), *tibiospring* (TS), tibiocalcaneano (TC) e o tibiotalar posterior superficial (TTPS) que se inserem na tuberosidade do navicular, no *sustentaculum tali* e astrágalo. O feixe profundo é constituído pelo tibiotalar anterior (TTAP) e tibiotalar posterior (TTPP) que se inserem na face medial e no tubérculo pósteromedial do astrágalo, sendo o TTPP o componente de maior dimensão e resistência (Figura 3 e 4), (Boss & Hintermann, 2002; Mengiardi et al., 2007; Sarrafian & Kelikian, 2011; Stufkens et al., 2012). Contudo, outros autores identificaram apenas os ligamentos TN, TS e o TTPP, considerando como um

achado variável: o TC presente em 79%, TTPS em 79% e TTAP em 93% (Campbell et al., 2014; Milner & Soames, 1998; Pankovich & Shivaram, 1979).

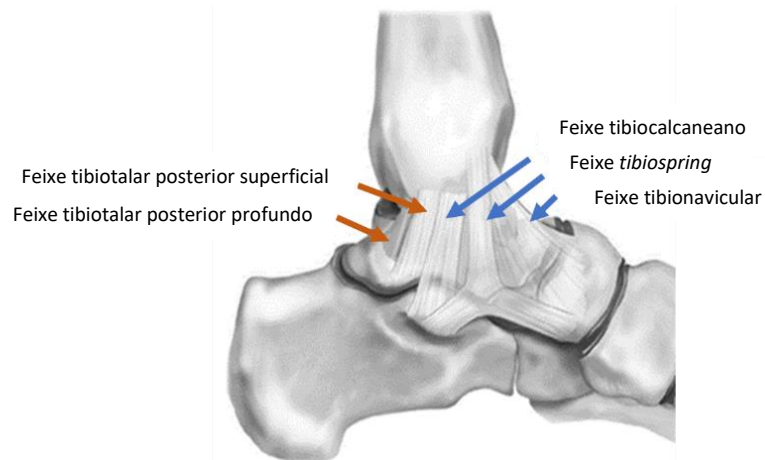


Fig. 3. Ilustração do maléolo medial de um tornozelo esquerdo, mostrando as inserções anatômicas dos feixes do ligamento deltoide e a sua relação espacial com as estruturas ósseas (adaptado de Campbell et al., 2014)

Outros, como Boss e Hintermann (2002), consideram o TN como um reforço fibroso da cápsula articular e não um verdadeiro ligamento, encontrando no seu estudo em cadáver a presença constante do TC, TS e do TTPP.

O LD, é responsável pela estabilização medial, limitando a translação anterior, posterior e lateral do astrágalo na articulação talocrural. Além disso, o seu feixe TN impede a migração lateral da cabeça do astrágalo, enquanto o TC resiste ao *stress* em valgo e o seu feixe profundo bloqueia a rotação externa e a translação lateral do astrágalo, sendo o contribuinte mais importante para a estabilidade do tornozelo (Earll et al., 1996; Harper, 1987; Lee et al., 1998; Watanabe et al., 2012).

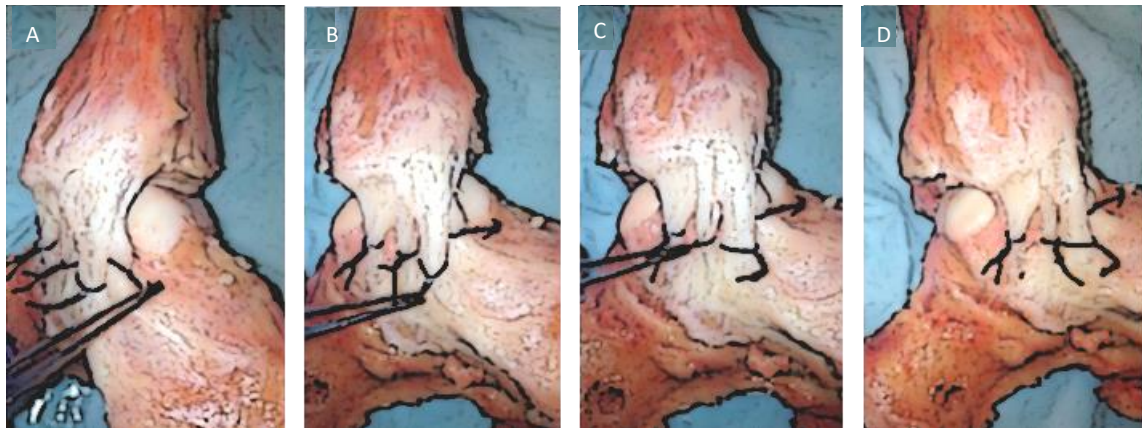


Fig. 4. Dissecção anatômica apresentando os constituintes do feixe superficial do ligamento deltoide num tornozelo esquerdo (referenciados com linha de sutura), a pinça mostra em A: o feixe tibionavicular; B: o feixe *tibiospring*; C: o feixe tibiocalcaneano; D: imagem pósteromedial mostra o feixe tibiotalar posterior superficial (adaptado de Campbell et al., 2014)

Um adequado conhecimento da anatomia dos ligamentos torna-se fundamental para entender o mecanismo da lesão, o diagnóstico e o seu tratamento. O movimento em supinação ou pronação associado a rotação pode provocar uma lesão da cápsula e dos ligamentos laterais e mediais. Quando coexiste flexão ou extensão, está habitualmente associada a rotura dos seus feixes anteriores ou posteriores, respetivamente (Golanò et al., 2010), (Figura 5). Outros autores puderam também confirmá-lo em estudos biomecânicos em cadáver (Takao et al., 2020).

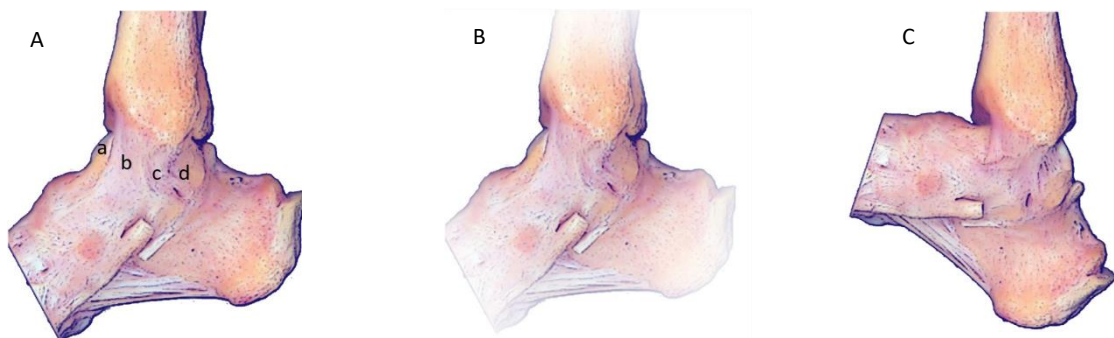


Fig. 5. Dissecção anatômica apresentando o complexo ligamentar medial. A: Legenda: a) feixe tibionavicular (TN) b) feixe *tibiospring* (TS) c) feixe tibiocalcaneano (TC) d) feixe tibiotalar posterior profundo (TTTP); B: em plantar flexão os feixes anteriores TN, TS, TC encontram-se em tensão, enquanto o posterior TTTP relaxado; C: em dorsiflexão os feixes anteriores TN, TS, TC encontram-se relaxados e o posterior TTTP em tensão (adaptado de Golanò et al., 2010)

2.3 BIOMECÂNICA

O tornozelo e o pé têm três funções biomecânicas principais: suporte na fase de apoio da marcha, braço de alavanca para a propulsão e absorção de forças. O que pressupõe haver flexibilidade na adaptação ao solo, estabilização no ataque ao solo e um *push-off* eficiente, com controlo muscular da posição do pé, que minimize a translação do centro de gravidade e proporcione uma mínima variação do nível dos olhos. A alternância entre flexibilidade e rigidez é facilitada pelas duas colunas ósseas que se cruzam no retropé. Estas colunas definem um arco plantar transverso, constituído por astrágalo, navicular e os três primeiros metatársicos e dedos (coluna medial) e o calcâneo, cuboide e os dois últimos raios (coluna lateral), (Brockett & Chapman, 2016; Sousa et al., 2015).

A fase de apoio do ciclo da marcha inclui o primeiro *rocker* (calcanhar), que pressupõe uma resposta à carga e integra um contacto e apoio inicial, representando 0 a 2% e 2 a 10% do ciclo da marcha, respetivamente.

O segundo *rocker* (tornozelo) representa 10 a 30% do ciclo de marcha e tem como objetivo a progressão do corpo sobre o pé estático, sendo a inércia que impulsiona a tíbia anteriormente. Por outro lado, a contração concêntrica do tendão tibial posterior desloca também para um plano anterior o maléolo medial, induzindo uma rotação externa da tíbia, que transmitida ao astrágalo mobiliza a sua cabeça sobre a apófise anterior do calcâneo. A varização do calcâneo e a divergência de eixos na articulação de Chopart, torna o pé uma alavanca rígida, otimizando a propulsão. O controlo muscular do segundo *rocker* é assumido pelo solear, que se ativa de forma excêntrica na fase de apoio intermédio para travar a inércia do corpo/ tíbia em deslocação anterior. Também no segundo *rocker*, pela assimetria da cúpula astragalina, o astrágalo comprime o perónio na dorsiflexão do pé, que se desloca em abdução, elevação e rotação, ocorrendo o inverso com a flexão plantar. Em

ortostatismo, o eixo de gravidade está anterior ao tornozelo, o que pressupõe um torque de dorsiflexão entre 3 - 24 Nm, embora contrariado pela ação dos flexores plantares (Brockett & Chapman, 2016; Sousa et al., 2015).

Durante a marcha e como articulação primária do segundo *rocker*, a talocrural (triplanar) permite os movimentos de flexão-extensão de 40 a 60° (para uma marcha estável é apenas necessário 30°, sendo 10° de flexão dorsal e 20° de flexão plantar), rotação astragalina de cerca de 10° (caracterizada por uma rotação externa transmitida pela tíbia ao astrágalo e uma rotação interna transmitida pelo astrágalo à tíbia) e o varo-valgo de 8° (Brockett & Chapman, 2016; Koo et al., 2015; Leardini et al., 1999), (Figura 6).

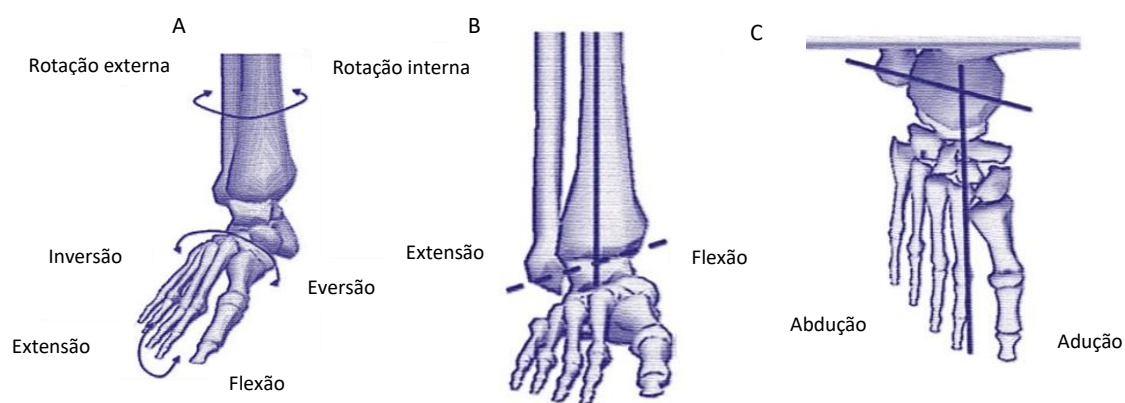


Fig. 6. A: Diagrama ilustra o movimento relativo da articulação talocrural; B: o eixo de rotação no plano sagital e frontal, a linha a tracejado representa o arco de flexão-extensão. O ponto de interseção entre as duas linhas representa o arco de inversão-eversão; C: o eixo de rotação no plano transversal, o ponto de interseção permite o arco de movimento em adução-abdução (adaptado do Visual 3D-Motion Rockville & Maryland, cit. por Brockett & Chapman, 2016)

O eixo de rotação da subastragalina passa anterior à cabeça do astrágalo e na face externa da tuberosidade posterior do calcâneo, formando um ângulo de aproximadamente 40° com o eixo ântero-posterior no plano sagital, e de 23° com a linha média do pé, no plano transversal. A sua orientação espacial implica que os movimentos da subastragalina tenham três componentes: a inversão, flexão plantar e adução, denominando-se a combinação tridimensional destes três movimentos, a supinação; adotando a eversão,

flexão dorsal e abdução a designação de pronação. O arco do movimento tem cerca de 30º, integrando dois terços inversão e um terço eversão. Contudo, uma marcha normal requer apenas 12º de movimento (Brockett & Chapman, 2016).

O terceiro *rocker* (antepé) divide-se em apoio final (30 a 50% do ciclo), permitindo a elevação e a progressão do corpo para a frente e o pré-balanço (50 - 60% do ciclo) que decorre com duplo apoio (Wan et al., 2006), (Figura 7).

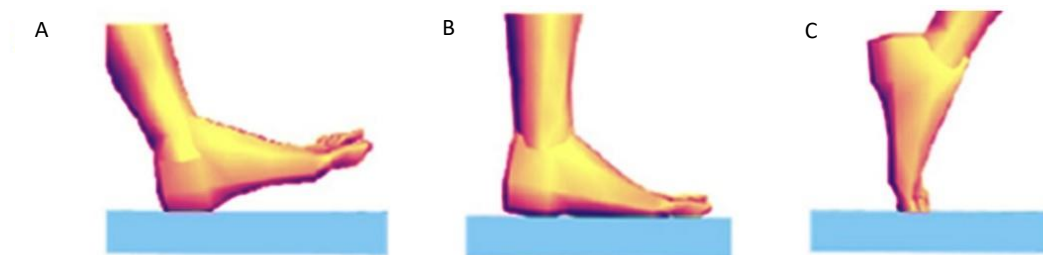


Fig. 7. Fase de apoio do ciclo da marcha. A: primeiro *rocker* (calcanhar); B: segundo *rocker* (tornozelo); C: terceiro *rocker* (antepé), (adaptado de Wan et al., 2006)

2.4 CLASSIFICAÇÃO

A classificação das fraturas maleolares é importante, pois permite avaliar a extensão da lesão ligamentar como até a própria estabilidade articular. Têm sido desenvolvidas várias nos últimos anos.

A primeira classificação conhecida, foi descrita por Percival Pott (1758), baseada no número de maléolos envolvidos, ela diferencia três diferentes tipos: unimaleolar, bimalleolar e trimaleolar.

Apesar de simples e com boa fiabilidade intraobservador, de facto não permitia diferenciar as fraturas estáveis das instáveis.

A classificação Lauge-Hansen (1954), baseou-se no mecanismo do trauma analisado através de estudos realizados em membros amputados. A posição do pé no momento da

lesão e a força deformante aplicada permitiram prever o grau de estabilidade destas fraturas (Arimoto & Forrester, 1980; Gardner et al., 2006; Tartaglione et al., 2015), (Figura 8).

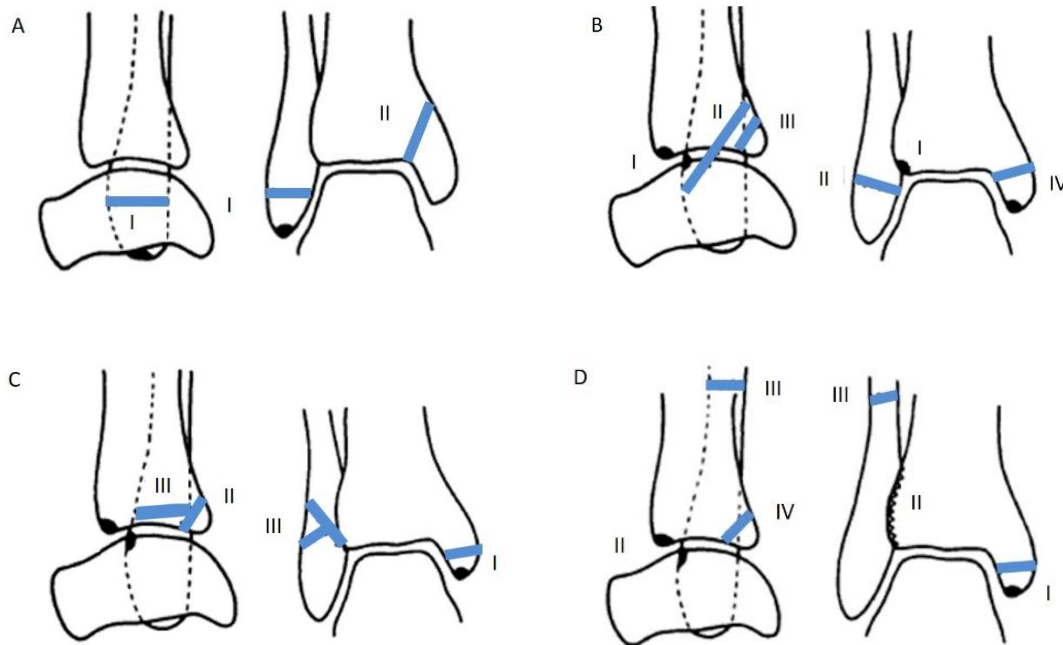


Fig. 8. Classificação Lauge-Hansen. A: supinação-adução (SA); B: supinação-rotação externa (SE); C: pronação-abdução (PA); D: pronação-rotação externa (PE), (adaptado de Thomsen et al., 1991)

Também Danis (1949), e posteriormente Weber (1966), classificaram as fraturas maleolares com recurso e análise de radiografias, apresentando classificações baseadas na localização da fratura do maléolo lateral em relação à sindesmose.

Existem basicamente três tipos principais: tipo A - infra-sindesmótica, tipo B - trans-sindesmótica, tipo C - supra-sindesmótica (Figura 9).

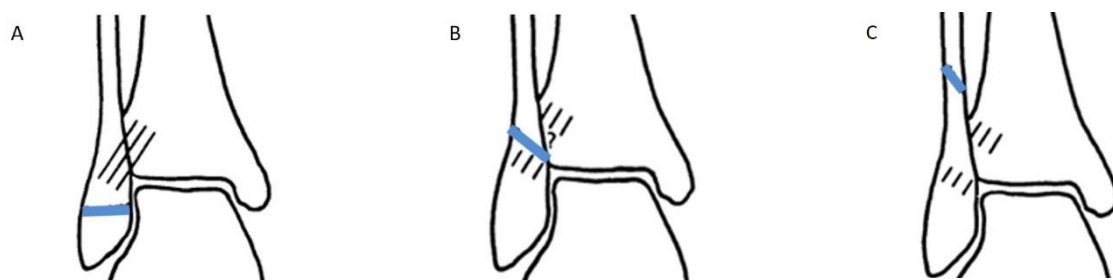


Fig. 9. Classificação Danis-Weber. A: infra-sindesmótica; B: a nível da sindesmose; C: supra-sindesmótica (adaptado de Thomsen et al., 1991)

Estas fraturas são idênticas às descritas por Lauge-Hansen como: supinação-adução (I-II), supinação-rotação externa (I-IV) e pronação-rotação externa (I-IV), respetivamente (Thomsen et al., 1991).

Contudo, ao contrário da classificação Lauge-Hansen, a classificação Weber não tem em conta a lesão ligamentar. Refira-se que a utilização conjunta das duas classificações permite caracterizar quer a lesão ligamentar quer a instabilidade associada.

As fraturas por supinação-adução (SA), também conhecidas como Weber A, ocorrem abaixo da sindesmose, de acordo com Lauge-Hansen resultam de uma força em adução sobre um pé supinado. Tem dois estadios: o SA I, em que a tensão no CLE resulta em rotura de ligamento e avulsão ou fratura transversal do maléolo lateral e o estadio SA II que associa uma fratura oblíqua do maléolo medial. Representam conjuntamente 20-25% das fraturas.

As fraturas supinação- rotação externa (SE), também conhecidas como Weber B, são as mais comuns, representando cerca de 80% de todas as fraturas maleolares. De acordo com Lauge-Hansen são o resultado de uma força em rotação externa sobre um pé supinado. No estadio SE I existe rotura do LTPAI, enquanto nas do tipo SE II, o traço de fratura do maléolo lateral é obliquo ao nível da sindesmose e o ligamento deltoide está íntegro. Nas SE III existe associada rotura do LTPPI ou fratura do maléolo posterior e nas SE IV existe uma instabilidade significativa, que se caracteriza pela existência de uma fratura maleolar medial ou uma lesão do ligamento deltoide ou associada a lesão óssea e ligamentar.

As fraturas por pronação- rotação externa (PE), também conhecidas como Weber C, localizam-se acima da sindesmose e estão associadas a rotura do LS traduzindo grande instabilidade. De acordo com Lauge-Hansen resultam de uma força em rotação externa sobre um pé pronado. No estadio PE I existe avulsão/ fratura do maléolo medial ou rotura

LD, no estadio PE II existe rotura do LTPAI, no PE III ocorre uma fratura acima da sindesmose, enquanto no PE IV se estabelece uma rotura do LTPPI ou uma fratura do maléolo posterior.

A classificação AO de Müller, publicada em 1996 pela AO (*Arbeitsgemeinschaft für Osteosynthesefragen*) Foundation, baseia-se na gravidade da lesão, na sua complexidade morfológica e no valor prognóstico. A classificação AO foi recentemente revista pela AO Foundation e pela *Orthopaedic Trauma Association* (OTA) tendo sido publicada em 2018. Ela permite estabelecer uma metodologia racional e padronizada da descrição da fratura luxação, mais precisa e descritiva, permitindo ainda manter os princípios originais, com aplicação na prática clínica e investigação (Meinberg et al., 2018).

A estrutura alfanumérica segue a localização e morfologia da fratura:

Osso	Localização	Tipo	Grupo	.	Subgrupo	Qualificação	M universal
------	-------------	------	-------	---	----------	--------------	-------------

Deste modo relativo à localização: tibia/ perónio e o segmento: maleolar, é numerada como 44. Tal como na classificação Weber, existem basicamente três tipos principais: tipo A - infra-sindesmótica, tipo B - trans-sindesmótica, tipo C - supra-sindesmótica.

Um grupo divide-as em 1: isolada; 2: com fratura maléolo medial ou lesão do LD; 3: com fratura posteromedial associada ao tipo A ou posterolateral (Volkman) se associada aos tipos B ou C.

O subgrupo depende da especificidade de cada fratura e da associação a outras lesões. Foi adicionado aos códigos a qualificação, termo descritivo da morfologia ou de uma localização específica de uma determinada fratura, devendo ser escrita em bold entre parênteses; outro dado foi o modificador universal, que descreve a morfologia da fratura, desvio, lesões associadas ou localização e é considerado opcional. Pode ser descrito no final

do código entre parênteses quadrados. Por exemplo, alinhada (1); luxada (2); subluxação/ instabilidade ligamentar (6), etc. devendo-se confirmar na lista de modificadores universais.

Deste modo nas fraturas 44A, o subgrupo terá o código 1: se rotura CLE; 2: se avulsão do maléolo lateral; 3: se traço transversal do maléolo lateral (Figura 10. A, B, C).

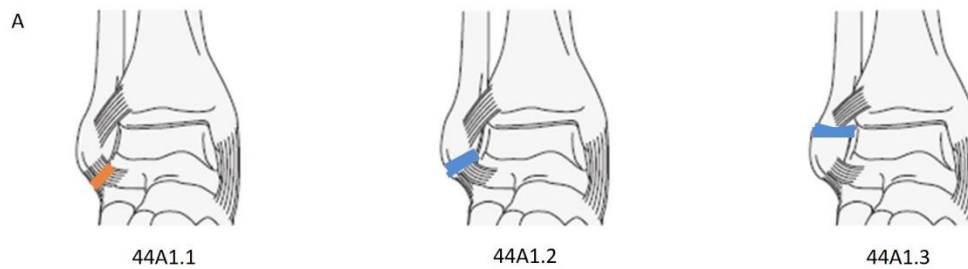


Fig. 10. A: Classificação AO 44A1 - infra-sindesmótica isolada. Divisão por subgrupo



Fig. 10. B: Classificação AO 44A2 - infra-sindesmótica com fratura maléolo medial. Divisão por subgrupo

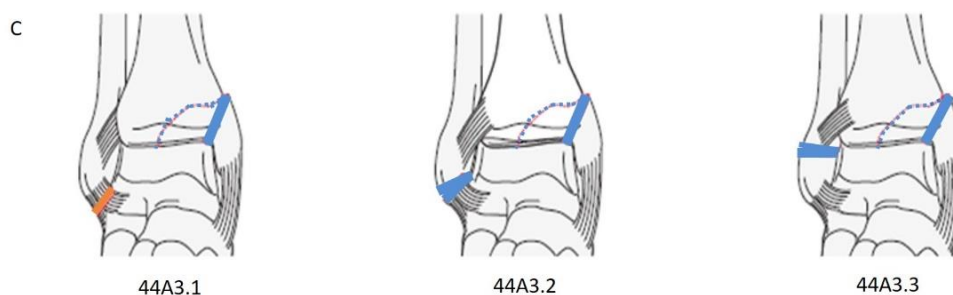


Fig. 10. C: Classificação AO 44A3 - infra-sindesmótica com fratura maléolo póstero-medial. Divisão por subgrupo

Nas 44B1, o subgrupo, será 1: simples fratura maléolo lateral; 2: rotura LTPAI; 3: traço em cunha ou multifragmentado do maléolo lateral (Figura 11. A).



Fig. 11. A: Classificação AO 44B1 - trans-sindesmótica isolada. Divisão por subgrupo

Adiciona-se ainda a qualificação: “n” se fratura Tillaux-Chaput; “o” se avulsão Wagstaffe-Le Fort e “u” se instabilidade sindesmótica.

Na 44B2, o subgrupo será 1: rotura do LD e LTPAI; 2: fratura do maléolo medial e rotura do LTPAI; 3: traço em cunha ou multifragmentado do maléolo lateral (Figura 11. B).



Fig. 11. B: Classificação AO 44B2 - trans-sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD. Divisão por subgrupo

Adiciona-se ainda a qualificação: “n” se fratura Tillaux-Chaput; “o” se avulsão Wagstaffe-Le Fort e “u” se instabilidade da sindesmose. Nas 44B2.3 utiliza-se a qualificação “r” se rotura do ligamento deltoide; “s” se fratura do maléolo medial e “u” se instabilidade sindesmótica.

Na 44B3, o subgrupo será 1: simples com rotura do LD; 2: fratura do maléolo medial simples; 3: traço em cunha ou multifragmentado do maléolo lateral e fratura do maléolo medial (Figura 11. C).

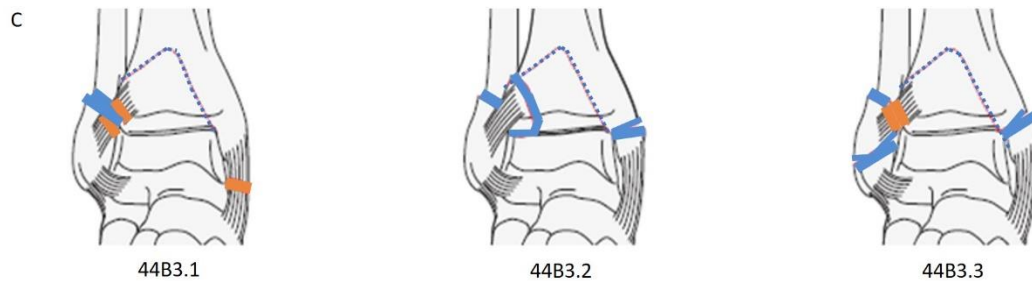


Fig. 11. C: Classificação AO 44B3 - trans-sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD e posterior. Divisão por subgrupo

Adiciona-se ainda a qualificação: “n” se fratura Tillaux-Chaput; “o” se avulsão Wagstaffe-Le Fort e “u” se instabilidade sindesmótica.

Na 44C, o grupo será 1: fratura da diáfise do perónio simples. Na 44C1, o subgrupo será 1: com rotura do ligamento deltoide; 2: com fratura do maléolo medial; 3: com fratura do medial e posterior (Figura 12. A).



Fig. 12. A: Classificação AO 44C1 - supra-sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD. Divisão por subgrupo

Adiciona-se ainda a qualificação: “t” se sindesmose estável e “u” se instabilidade da sindesmótica.

Na 44C, o grupo será 2: fratura da diáfise do perónio em cunha ou multifragmentada.

Na 44C2, o subgrupo será 1: com rotura do ligamento deltoide; 2: com fratura do maléolo medial; 3: com fratura do medial e posterior (Figura 12. B).



Fig. 12. B: Classificação AO 44C2 - supra-sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD. Divisão por subgrupo

Adiciona-se ainda a qualificação: “t” se sindesmose estável e “u” se instabilidade da sindesmose.

Na 44C, o grupo será 3: fratura proximal do perônio. Na 44C3, o subgrupo será 1: com lesão medial; 2: com encurtamento e lesão medial; 3: com lesão medial e fratura maléolo posterior (Figura 12. C).



Fig. 12. C: Classificação AO 44C3 - supra-sindesmótica com fratura maléolo medial ou lesão do LD. Divisão por subgrupo

Adiciona-se ainda a qualificação: “p” se fratura do colo do perônio; “q” se luxação tibioperonial proximal; “r” se rotura do LD e “s” se fratura do maléolo medial.

Foram efetuadas outras alterações à classificação, nomeadamente: A fratura isolada do maléolo medial deve ser classificada como segmento articular parcial da tíbia distal no

plano sagital, 43B1.2 ou 43B2.2 (depressão local). A fratura isolada do maléolo posterior (Volkmann) deve ser classificada como segmento distal da tíbia no plano coronal 43B1.1 ou 43B2.1 (depressão local), mas se associada a lesão lateral deve ser classificada como fratura maleolar 44.

As luxações devem ser codificadas com um 1º código representando o osso distal da articulação luxada, o 2º número é 0 se existir luxação, a 3ª letra (A, B, C, D ou E) é utilizada quando há mais do que duas articulações na mesma região anatómica, a direção da luxação é codificada usando o código universal, definido como a posição do osso distal relativo à sua posição anatómica.

Tartaglione et al. (2015), põe em causa a classificação de Lauge-Hansen alertando que a metodologia é imprecisa, pouco fiável e difícil de recrear *in vivo*, reforçando ainda que a fiabilidade inter e intraobservador é fraca. Estudos anteriores de Michelson et al. (1997), foram incapazes de reproduzir o mecanismo de SE em 32 cadáveres. Enquanto os trabalhos de outros investigadores, põem em questão o mecanismo da lesão (Gardner et al., 2006; Haraguchi & Armiger, 2009; Rasmussen et al., 1993).

Thomsen et al. (1991), obtiveram uma concordância interobservador de 0.332 vs 0.369 e um valor Kappa de 0.49 vs 0.58 respetivamente, para a classificação de Lauge-Hansen vs Weber, com valores mais baixos para a SA e SE, o que de acordo com Landis e Kosch (1977) é uma concordância entre intermédia e boa. Outros investigadores também avaliaram a classificação de Danis-Weber, e obtiveram na variação interobservador e intraobservador, um valor Kappa de 0.61 vs 0.74 e uma concordância percentual de 78% vs 85%, respetivamente (Malek et al., 2006). Usando técnicas e estatísticas semelhantes, Craig e Dirschl (1998), obtiveram para a classificação AO / ASIF, um valor Kappa de 0.61 interobservador. Da mesma forma, trabalhos mais recentes de Rodriguez et al. (2013),

descreveram uma concordância percentual de 65% no diagnóstico de fratura quando utilizaram a classificação de Lauge-Hansen e de 81% com a classificação AO.

Consideramos que, para orientar o tratamento, um sistema de classificação de fraturas do tornozelo deve ser válido e fiável prevendo com segurança a estabilidade do padrão da fratura, determinada pela anatomia do complexo ósseo e ligamentar.

2.5 DIAGNÓSTICO

As fraturas maleolares são habitualmente articulares, pelo que é fundamental uma correlação entre a clínica e a imagiologia, sem esquecer o alinhamento, comprimento e estabilidade ligamentar, permitindo distinguir deste modo as fraturas estáveis, passivas de tratamento conservador, das instáveis, que requerem redução aberta e osteossíntese rígida.

2.5.1 Clínica

Os doentes com fratura do tornozelo, relatam frequentemente a audição de um estalido articular, associado à dor e impotência funcional. Na anamnese é importante anotar comorbilidades como a diabetes, tabagismo e doença vascular periférica, que poderão prejudicar a cicatrização ou originar atraso de consolidação. O exame objetivo deve ser criterioso, detetando-se frequentemente na inspeção, deformidade, tumefação e equimose perimaleolar. Na palpação dever-se-á pesquisar a existência de dor de acordo com os critérios de *Otawa* (Stiell et al., 1994), bem como ao longo do perónio, para despistar a fratura de *Maisonneuve*. Deve ser ainda realizada a palpação do maléolo medial, retro e mediopé, para deteção de lesões também associadas, sendo importante identificar a existência de eventuais alterações neurovasculares.

Uma avaliação exaustiva revela-se de primordial importância no contexto de um diagnóstico e programação terapêutica adequadas (Figura 13).



Fig. 13. A: Tumefação na face lateral do tornozelo esquerdo; B: equimose na face medial; C: ferida associada a flitena

DeAngelis et al. (2007a) efetuaram um estudo comparativo entre a clínica e imagiologia apresentando valores de fiabilidade e de sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo (VPP) e negativo (VPN) de 42%, 57%, 59%, 50% e 66% respetivamente, o que entendemos como um sinal de alerta. Porém, outros autores apresentaram variações entre 20% a 56% para a sensibilidade e 71% a 97% para a especificidade, alertando que o desconforto, equimose ou tumefação medial, podem ser apenas o resultado de uma lesão do feixe superficial do ligamento deltoide, sem implicação na estabilidade tibiotalar e sem valor preditivo para a sua incompetência (Dawe et al., 2016; Egol et al., 2004; Koval et al., 2007; McConnell et al., 2004; Nortunen et al., 2014; Tornetta, 2000).

2.5.2 Imagiologia

As três incidências radiográficas do tornozelo (AP, *mortise view* e perfil) são obrigatórias para avaliar o estudo do padrão da fratura, a congruência articular e a integridade da relação intertibioperonial. Normalmente, e devido ao desconforto do doente, estas imagens são pedidas em descarga (Figura 14). No entanto, se a situação clínica o permitir devem ser requisitadas também, as incidências em carga (Boffeli et al., 2017).



Fig. 14. Radiografias do tornozelo. A: Radiografia AP; B: Radiografia oblíqua interna (15° rotação interna); C: RX perfil

Outros parâmetros completam a avaliação imagiológica destes doentes, destacando-se:

- Ângulo talocrural, formado por uma linha paralela à superfície articular distal da tíbia e a linha que une o topo do maléolo lateral e medial, tendo um valor normal entre 8 e 15°; note-se que uma diferença $\geq 2^\circ$ em relação ao ângulo contralateral é habitualmente considerada sinónimo de encurtamento peronial.
- Ângulo desvio talar, formado por uma linha paralela à superfície articular distal da tíbia, e uma linha paralela à superfície articular do astrágalo, com um valor normal $< 2^\circ$; considerando-se existir instabilidade com quaisquer valores superiores.
- Desvio talar quantifica a diferença entre o espaço tibiotalar superior e o medial, apresentando um valor normal < 2 mm, devendo perante valores superiores, considerar-se existir instabilidade.
- Espaço tibiotalar medial é habitualmente medido entre o bordo medial do astrágalo e o bordo lateral do maléolo medial.

Atualmente, e de acordo com os estudos de Goergen et al. (1977), está aconselhada a sua medição na radiografia realizada em *mortise view*. No entanto, a descrição do método de medição não é transversalmente aceite por todos os especialistas nesta matéria. Por isso mesmo, DeAngelis et al. (2007b), desenharam uma linha paralela à superfície articular, a 0.5 cm do contorno superior medial do astrágalo e compararam o valor do espaço tibiotalar

medial com o superior, obtendo médias de 2.7 ± 0.5 (Min 1.3 e Max 4.3) vs 3.6 ± 0.6 (Min 2.0 e Max 5.3) respectivamente, com uma diferença absoluta de 0.9 mm. Estes autores referiram que em 98% dos casos, o espaço tibiotalar superior assim medido, se revelou maior que o medial. Por outro lado, Murphy et al. (2012), relataram maior fiabilidade inter e intraobservador com a medição perpendicular, obtendo valores semelhantes em média de 2.6 ± 0.6 mm. No entanto, alertaram também que em 17.8% das fraturas isoladas do perónio, este valor foi > 4 mm e em 5.6% dos casos > 5 mm; estes autores aconselharam ainda a realização de radiografia *mortise view* em carga, comparando-a com a imagem contralateral, eliminando assim, não só a variação anatómica, como os falsos positivos. De igual modo, Rungprai et al. (2014), utilizaram os mesmos critérios de leitura, obtendo valores semelhantes de 2.6 ± 1.3 (Min 0.0 e Max 5.2), (Figura 15).



Fig. 15. A: Técnica de medição do espaço tibiotalar medial; B: medição do espaço tibiotalar superior; C: medição ângulo talocrural (linha azul) e do ângulo desvio talar (linha azul e laranja)

Outros autores (Egol et al., 2004; Gill et al., 2007; Weber et al., 2010) perante a presença de dor / desconforto, tumefação / hematoma, equimose medial, consideraram que a radiografia convencional, poderia ser insuficiente na determinação do grau de instabilidade ligamentar; nestes casos, estes investigadores consideraram mandatário realizar radiografias em *stress* (gravitacional ou a avaliação fluoroscópica do teste de *stress* em rotação externa manual).

Num estudo recente, Pitakveerakul et al. (2019) efetuaram RX Grav a uma população de 120 indivíduos sem patologia traumática. Estes autores obtiveram valores médios de ETTM de 3.19 ± 0.62 mm e de ETTS de 3.29 ± 0.56 mm. À semelhança de outros investigadores (Egol et al., 2004; Gill et al., 2007; Weber et al., 2010) consideram que a medição de um espaço tíbiotalar medial ≥ 4 mm (ou ≥ 1 mm que o espaço tíbiotalar superior) é indicador de lesão dos feixes profundos do LD.

No entanto, também aqui continua a haver controvérsia sobre o que representa uma medição patológica, pois existem estudos relatando valores anormais ≥ 5 e ≥ 6 mm (Koval et al., 2007; LeBa et al., 2015; Michelson et al., 2001; Park et al., 2006; Seidel et al., 2017; van Leeuwen et al., 2019; Yousaf et al., 2019).

Esta incerteza nos valores de medição de um parâmetro que consideramos fundamental na determinação de instabilidade, constitui mais um indício de oportunidade para investigação em trabalhos científicos.

Outro assunto polémico diz respeito a saber qual o melhor teste de *stress* a aplicar. Wang et al. (2017), aconselham a análise fluoroscópica em *stress* do tornozelo sempre que persistem dúvidas quanto ao grau de instabilidade, podendo ser executada no pré-operatório se o doente o tolerar ou no intraoperatório sob anestesia antes e após a estabilização da fratura. A manobra de *stress* sob fluoroscopia, é habitualmente descrita apenas em rotação externa com o pé em dorsiflexão; contudo, alguns autores reforçam a necessidade simultânea de um movimento conjunto em eversão, translação lateral e rotação externa (Rigby & Scott, 2018).

Por outro lado, investigadores como Femino et al. (2013), aconselham (estudo biomecânico em cadáveres) o bloqueio do retropé e mediopé numa posição varo, de forma a que o

movimento de rotação externa seja efetuado unicamente a nível do astrágalo; defendem ainda, que com este método se podem obter valores de espaço tibiotalar medial entre 5.4 e 10.7 mm ou até superiores, o que de algum modo se justifica pela instabilidade de lesão medial e sindesmótica; mencionam também a sua utilidade sobretudo na decisão intraoperatória para estabilização da sindesmose.

Num estudo prospetivo em fraturas isoladas do maléolo lateral, LeBa et al. (2015), compararam os resultados obtidos com o teste de *stress* manual sob anestesia versus o gravitacional, não encontrando diferenças estatisticamente significativas. Não obstante, outros autores, tem referido que o último é mais vantajoso, dado o menor risco de exposição à radiação e a maior tolerabilidade à dor (Kelikian & Sarrafian, 2011; Michelson et al., 2001; Schock et al., 2007; van den Bekerom et al., 2009), (Figura 16).



Fig. 16. A: fratura isolada maléolo lateral; B: RX *stress* gravitacional revela instabilidade medial; C: RX *stress* rotação externa manual confirma instabilidade

Perante uma fratura bimaléolar, a radiografia em *stress* é desnecessária no pré-operatório; porém, no intraoperatório após a osteossíntese da(s) fratura(s), importa enfatizar a importância da realização do teste de *stress* na avaliação da competência do LD, despistando uma instabilidade residual (Stewart et al., 2012).

O uso de radiografias de tornozelo em carga, ganhou popularidade como exame alternativo aos de *stress*, aconselhando-se a sua realização cinco a sete dias após a lesão. Weber et al.

(2010), de forma pioneira, realizaram um estudo retrospectivo em fraturas de tornozelo SE avaliadas com RX *mortise view* em carga. Utilizaram como critério de instabilidade medial, um espaço tibiotalar medial ≥ 4 mm ou ≥ 1 mm que o espaço tibiotalar superior. No entanto, o estudo revelou-se pouco claro no método de medição, o que consideramos uma evidente limitação. Também, Hoshino et al. (2012), num estudo prospetivo em 38 doentes com fratura isolada do maléolo lateral e suspeita de lesão do LD, propuseram a realização do teste de *stress* rotação externa manual em todos os doentes com uma RX normal e sintomas ou sinais mediais. À semelhança do proposto por Weber et al. (2010), também os indivíduos com teste positivo foram imobilizados e efetuaram RX em carga 7 \pm 3 dias após o trauma, sem gesso. Nesse estudo a média do espaço medial obtido foi de 2.9 \pm 0.9 mm. Apenas 8%, mantinham um aumento do espaço tibiotalar medial (média 5.4 mm), tendo sido naturalmente propostos para cirurgia.

Da mesma forma, outros autores (Gougoulis et al., 2017; Seidel et al., 2017), em estudos com maior significância estatística, recomendam uma RX em carga para avaliação do grau de estabilidade e decisão terapêutica, alertando que aproximadamente 90% das fraturas isoladas (Weber tipo B) reduzem em carga devendo ser consideradas estáveis e passíveis de tratamento conservador (Figura 17).



Fig. 17. A: RX *mortise view* espaço tibiotalar medial < 4 mm; B: fratura maléolo posterior; C: RX *stress* gravitacional espaço tibiotalar medial > 4 mm; D: RX em carga mostrando espaço tibiotalar < 4 mm, indicador de estabilidade

Estes aspetos são explicados por Gougoulas e Sakellariou (2017), tendo por base conhecimentos anatómicos e biomecânicos do LD. O TTPP encontra-se relaxado com o tornozelo fletido, embora em extensão (à semelhança do que acontece em carga) ele fique tensionado. Pelo contrário, o feixe superficial permanece tensionado em flexão e relaxado em extensão. Deste modo, quando existe rotura do TN, TS, TC ou do TTAP, com um TTPP intacto, não há resistência ao movimento de rotação externa durante o teste de *stress*, traduzindo-se este facto por um espaço tibiotalar medial aumentado. Contudo, quando em carga, o TTPP encontra-se em maior tensão, conseguindo deste modo prevenir a translação lateral do astrágalo e assegurando uma aparente congruência articular na RX em carga. Quando se verifica uma rotura do feixe superficial e profundo do LD, qualquer que seja o exame radiográfico, detetar-se-á um espaço tibiotalar medial aumentado, indiciando instabilidade e indicação cirúrgica.

Ainda assim, qualquer que seja o teste escolhido para avaliação da competência do LD, estaremos sempre dependentes de uma medição exata e fiável de um espaço tibiotalar medial. Metitiri et al. (2016), no seu estudo em cadáveres, destacaram o alto grau de erro e imprecisão desta medição, relacionando-a com a dificuldade para manter uma rotação correta do tornozelo e a necessidade de um executante experiente.

Outros exames imagiológicos têm sido também aconselhados, nomeadamente a tomografia computadorizada (TAC). Este é um método de diagnóstico por imagem que utiliza a radiação X, considerada útil numa melhor identificação do padrão da fratura, bem como na avaliação da fratura do maléolo posterior, e em lesões sindesmóticas associadas ou quando permanecem dúvidas após radiografia em *stress* (Figura 18).



Fig. 18. A: RX AP fratura 44B3.1; B e C: a TAC permitiu esclarecer o padrão de fratura do maléolo posterior

Com os avanços tecnológicos e a preocupação em reduzir a exposição à radiação mantendo a qualidade da imagem, as expectativas apontam para a utilização futura e generalizada da TAC usando um feixe cônico de raios X. Utilizando precisamente este método de imagem inovador, estudos recentes de Allen et al. (2020) elegeram 100 doentes com traumatismo do tornozelo e efetuaram a TAC de feixe cônico e a ultrassonografia. Consideram que a TAC do feixe cônico demonstra ser mais sensível na deteção de fraturas do que o exame ultrassonográfico, devendo, contudo, ser complementado na deteção de fraturas avulsões indetetáveis pelos meios radiológicos convencionais.

A ressonância magnética (RM), também tem sido útil no diagnóstico e avaliação do grau de extensão da lesão dos feixes superficiais e profundo do LD e na deteção de lesão osteocondral. Curiosamente, alguns estudos confirmaram a existência de lesões parciais da sindesmose e/ou do LD em fraturas isoladas do maléolo lateral, mesmo quando o espaço tibiotalar medial era normal na RX convencional ou de *stress*. Num estudo retrospectivo Cheung et al. (2009), analisaram a RM de 19 doentes com prévia RX *stress* e um espaço tibiotalar medial ≥ 5 mm, embora sem esclarecimento do tipo de exame de *stress* realizado. Diagnosticaram rotura do TTPP em 95% dos casos, sendo 12% destas roturas completas e 83% parciais (Figura 19).



Fig. 19. Análise do estado do ligamento deltoide por ressonância magnética. A: feixe tibiotalar posterior (TTPL) íntegro; B: TTPL rotura parcial; C: TTPL rotura completa (adaptado de Cheung et al., 2009)

Diversos autores salientam a importância da realização de RM como exame de eleição na fratura isolada do maléolo lateral e suspeita de lesão ligamentar (Bäcker et al., 2020; Hermans et al., 2012; Jeong et al., 2014; Koval et al., 2007; Lack et al., 2012; Nortunen et al., 2014; Warner et al., 2019). No entanto, esta é uma ferramenta dispendiosa, que não permite a tomada de decisão precoce e limita a sua aplicação rotineira nas fraturas isoladas do tornozelo.

A artroscopia tem sido descrita como o *gold standard* na avaliação da lesão do ligamento deltoide; não obstante, ela é já uma cirurgia (Hsu et al., 2015; Rigby & Scott, 2017; Schuberth et al., 2004). Além disso Hintermann et al. (2000), apesar de defenderem a artroscopia, alertaram para o facto de o LD poder ser visualizado em apenas 84.4% dos casos e mesmo assim raramente os seus feixes superficiais.

Atualmente, o uso da ultrassonografia tem tido grande sucesso no campo da medicina, por se revelar um método não invasivo, rápido, indolor e dinâmico (Jacobson, 2005; Naredo et al., 2006; Park et al., 2017; Schmid et al., 2017; Sconfienza et al., 2015; van Dijk et al., 1996). Aliás, não apresenta contraindicações ou efeitos colaterais, os doentes toleram bem o exame, pode ser comparado com o lado contralateral e não necessita de anestesia ou analgesia. O ecógrafo é mais portátil e menos caro, não colocando os doentes ou

profissionais em risco de exposição à radiação. A ecografia permite ainda um diagnóstico precoce, completo e preciso. De facto, os ligamentos do tornozelo são superficiais e facilmente acessíveis à US. Quando esta é utilizada numa rotura aguda do ligamento deltoide, poder-se-á visualizar uma zona anecoica, fibrilar, assim como edema, equimose e eventual avulsão da inserção óssea. A sua principal desvantagem é requerer conhecimento prévio e treino profissional. Também se torna obviamente necessário um conhecimento profundo de anatomia aplicada, combinado com uma compreensão básica da representação US bidimensional de uma estrutura anatómica tridimensional (Chen et al., 2008; Döring et al., 2018; Henari et al., 2011; Kim et al., 2020; Precerutti et al., 2014).

Em ortopedia, a US musculoesquelética foi inicialmente usada no diagnóstico de patologia tendinosa e ligamentar. No entanto, estudos mais recentes utilizam-na na deteção de fratura a nível do tornozelo e pé (Atilla et al., 2014; Chartier et al., 2017; Ekinci et al., 2013; Schmid et al., 2020). Numa meta-análise, Champagne et al. (2019) confirmaram a sua importância no diagnóstico de fraturas a nível dos membros inferiores, obtendo uma sensibilidade e especificidade de 82 e 93 respetivamente. Estes autores consideram ainda, que a US deve ser considerada cada vez mais, uma modalidade de primeira linha em trauma de emergência, podendo ser um método alternativo viável em relação à radiografia.

No entanto, há muito poucos estudos que a utilizam na avaliação da integridade do ligamento deltoide e celeridade do processo de decisão clínica. Além disso, desconhece-se a capacidade desta técnica de imagem para distinguir roturas superficiais das profundas do LD, razão pelo qual a seleccionamos neste nosso estudo.

2.6 TRATAMENTO

2.6.1 Tratamento conservador vs cirúrgico

Como já foi referido as fraturas alinhadas e isoladas do perónio com suspeita de lesão sindesmótica / ligamento deltoide devem realizar imagiologia diagnóstica em *stress* e se a fratura for estável, com todos os parâmetros radiográficos a permanecerem dentro dos limites considerados normais, os doentes devem ser tratados sem recurso à cirurgia, impondo-se um período de descarga de 4 a 6 semanas e mobilização precoce. Por oposição, quando os parâmetros radiográficos permanecem acima dos limites considerados normais e a fratura for instável, os doentes devem ser tratados com recurso à cirurgia.

No entanto, continua a haver controvérsia, pois alguns autores (Gougoulas & Sakellariou, 2017; Seidel et al., 2017) salientam que os exames de *stress* sobrestimam a medição e consequentemente a indicação cirúrgica, o que torna este tema um *hot topic* da atualidade. De facto, Seidel et al. (2017), mostraram que a lesão do feixe superficial pode ser tratada de forma não cirúrgica e após a sua consolidação, evolui habitualmente sem problemas. Em consonância, Koval et al. (2007), utilizaram RM em doentes com queixas locais de desconforto e um espaço tibiotalar medial ≥ 5 mm detetado no teste *stress* manual. Demonstraram que existia lesão do feixe superficial em todos, associado a lesão parcial do TTPP em 90% dos casos; apenas, cerca de 10% tinham rotura completa deste feixe, sendo estes propostos para tratamento cirúrgico. De igual modo, e como já referido anteriormente, Hoshino et al. (2012), consideram que apenas 8% das fraturas maleolares tem indicação cirúrgica, por apresentarem espaço tibiotalar medial aumentado (média 5.4 mm) na radiografia em carga.

Este racional científico foi, entretanto, discutido em estudos comparativos com maior grau de evidência, confirmando que aproximadamente 90% das fraturas isoladas de Weber tipo B reduzem em carga, devendo ser consideradas estáveis e passíveis de tratamento conservador. Nestes casos, Gougoulas e Sakellariou (2017), aconselham a imobilização gessada em dorsiflexão ou bota *walker* com carga precoce de acordo com a tolerância do doente. Os mesmos autores reforçam que apenas a rotura dos dois feixes ou do profundo, é indicativo de instabilidade com indicação cirúrgica.

Salienta-se, que o tratamento cirúrgico deve ser considerado caso a caso, ponderando as comorbidades dos indivíduos e o seu nível de atividade. Quando cirúrgicas, estas fraturas devem ser operadas procurando devolver a estabilidade articular anteriormente comprometida, devendo esta ser sempre confirmada após osteossíntese com manobras de *stress* (Boss et al., 2002; Lötscher et al., 2015; Wang et al., 2017).

Aumentando a controvérsia, Sanders et al. (2012), num estudo multicêntrico prospetivo comparativo em fraturas do perónio isoladas e instáveis (espaço medial > 5 mm em teste de *stress* manual), submeteram os doentes de forma aleatorizada a tratamento conservador vs cirúrgico. Ao ano de seguimento, os doentes tiveram resultados funcionais equivalentes em ambos os grupos. Contudo, os indivíduos não operados tiveram maior incidência de perda de alinhamento e atrasos de consolidação, enquanto os operados tiveram mais infeções. Assim, concluíram que os indivíduos mais velhos e menos ativos poderão ser tratados em segurança com imobilização, defendendo que os mais jovens deverão ser operados. Também, Larsen et al. (2019) na sua revisão sistemática, alertam que as fraturas maleolares alinhadas, independentemente do grau de estabilidade, podem ser tratadas de forma conservadora ou cirúrgica, com resultados iguais a curto prazo em

grupos selecionados. Contudo, alerta para a necessidade de estudos multicêntricos e com *follow-up* maiores.

Deste modo, embora a cirurgia da fratura maleolar seja considerada um procedimento de rotina, acarreta sem dúvida um risco notável de complicações (10,4%), (Gougoulas & Sakellariou, 2017). Recordamos a importância de identificar com precisão as lesões estáveis, e evitar operações desnecessárias, o que constitui mais um indício de oportunidade para investigação em trabalhos científicos.

2.6.2 Sutura do ligamento deltoide

Numa perspectiva histórica, alguns estudos do século vinte, recomendavam o tratamento da fratura do tornozelo sem sutura do LD. Contudo, apesar de defenderem a não sutura, Baird et al. (1987), efetuavam a exploração medial e a sutura do LD perante insuficiência na redução e na restauração da pinça articular maleolar. Este conceito foi inovador para a época; realçamos que ao considerarmos a sutura do ligamento deltoide é imperioso que os cirurgiões tomem as suas decisões com base na literatura atual e não em tendências históricas anteriores (Tabela 1).

Porquê reparar? O tratamento padrão das fraturas maleolares inclui o restabelecimento do comprimento e rotação do perónio, restauração da pinça articular e uma osteossíntese rígida. Por outro lado, a estabilidade a longo prazo depende do balanceamento das estruturas ósseas e ligamentares. Para que isso ocorra, tanto as estruturas ósseas, como os estabilizadores ligamentares do tornozelo, devem poder cicatrizar com integridade anatómica e tensão adequada. Como sabemos, o LD é indiscutivelmente um dos estabilizadores mais importantes do tornozelo (Butler et al., 2020; Hintermann et al., 2006; Lampridis et al., 2018; Lee et al., 2016; Rigby & Scott, 2018).

Autor	Ano	País	Tipo estudo	Amostra	Follow-up (meses)	Resultados
Grupo não sutura						
Baird	1987	EUA	Retrospectivo	24	24	90% excelente
Harper	1988	EUA	Retrospectivo	42	12	Satisfatório
Zeegers	1989	Holanda	Retrospectivo	28	18	70% bons
Stromsoe	1995	Noruega	Aleatorizado	50	12	Sem diferenças nos grupos
Maynou	1997	França	Retrospectivo	44	48	Calcificação e artrose
Jarde	2000	França	Retrospectivo	32	180	72% bons, mas 37% artrose
Grupo sutura						
Zhao	2017	China	Retrospectivo	74	53.7	Vantagens na sutura
Rungprai	2017	Tailândia	Prospetivo aleatorizado	41	-	Sem diferenças
Gu	2017	China	Prospetivo aleatorizado	40	12-18	Vantagens na sutura
Wang	2017	China	Prospetivo	84	13.4	90.3% score nas fraturas e 87.7% roturas
Woo	2018	R Coreia	Retrospectivo	78	17	Vantagens na sutura
Wu	2018	China	Prospetivo	59	18	Sem diferenças

Tabela 1. Perspetiva histórica do tratamento da fratura do tornozelo sem ou com sutura do LD

Além disso, a fratura do maléolo medial não exclui a rotura do LD, pois as lesões podem envolver tanto o componente ligamentar como o ósseo (Kusnezov et al., 2017; Schuberth et al., 2004; Stufkens et al., 2012). Exemplo disso é a presença de avulsões do processo anterior, ou a fratura a nível do sulco do maléolo medial, associadas a lesão do feixe superficial e profundo respetivamente (Figura 20); na realidade, dependendo do tipo de feixe envolvido e do grau de extensão da lesão, podem ser responsáveis pela instabilidade articular futura (Lötscher et al., 2015).

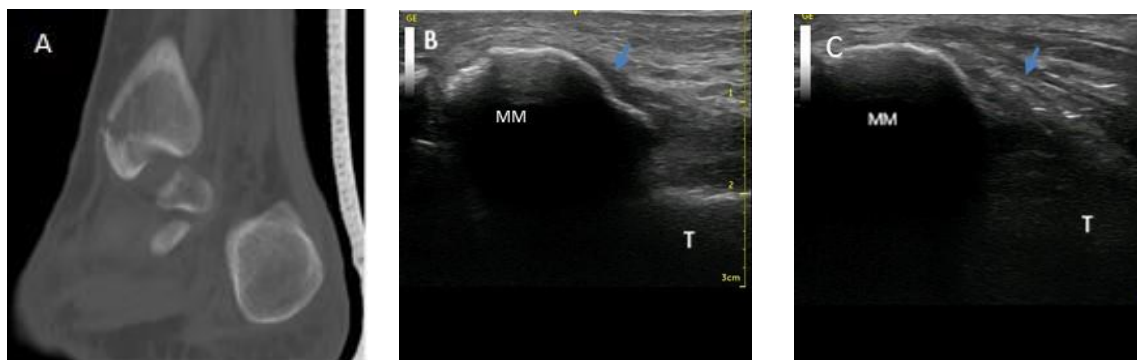


Fig. 20. Fratura do maléolo medial, imagem em TAC. A: traço a nível do sulco; B: imagem ecográfica, rotura do TTPP parcial; C: sutura

Reforçando este conceito, Tornetta (2000), alerta que pode persistir incompetência do ligamento deltoide após osteossíntese do maléolo medial em 26% dos casos, pelo que a sua simples fixação, poderá ser insuficiente para restaurar a estabilidade medial.

Deste modo, embora não exista consenso sobre a necessidade de reparação do LD, muitos investigadores defendem a reparação primária intraoperatória, sobretudo quando existe dificuldade na redução da fratura por interposição do LD ou persiste instabilidade após osteossíntese (Hintermann et al., 2006; Hsu et al., 2016; Lee et al., 2019; Li et al., 2019; Lötscher et al., 2015; Wang et al., 2017; Yu et al., 2015).

2.6.2.1 Quando suturar

A indicação para o tratamento cirúrgico da fratura do tornozelo, é frequentemente determinada pelas características da fratura, quanto à localização, padrão e desvio. Para lesões óbvias do LD, com aumento do espaço tibiotalar medial, a decisão de suturar o LD, deverá ser supostamente pré-operatória (Chen et al., 2008; Cooper, 2020; Rigby & Scott, 2018), (Figura 21).



Fig. 21. A: Fratura do maléolo lateral associada a luxação do tornozelo; B: RX *stress* manual, com instabilidade medial; C: rotura completa do TTPP

Numa recente revisão da literatura, que incluía unicamente estudos comparativos entre suturar ou não o LD em fraturas isoladas do perónio SE ou PE, Dabash et al. (2019) concluíram não haver uma indicação clara para a sutura. Apresentaram resultados funcionais e imagiológicos semelhantes em *follow-up* de 31 meses. Não obstante, mostraram vantagens da sutura nas fraturas com lesão da sindesmose associada.

Também continua a ser debatido qual deverá ser o primeiro ato cirúrgico, a sutura do LD ou a estabilização da sindesmose? Sabemos, que ambos tem papéis essenciais na estabilidade da articulação do tornozelo. Classicamente, a sindesmose era avaliada intraoperatóriamente após a estabilização da(s) fratura(s), por manobras de *stress* sob fluoroscopia e só após a fixação sindesmótica, se avaliava a competência do LD, (Horisberger et al., 2009; Schairer et al., 2016; Wang et al., 2017). Contudo, quando persiste instabilidade medial após osteossíntese, o cirurgião deve considerar a sutura primária do LD, restaurando a estabilidade articular do tornozelo. Infelizmente, o teste de *stress* manual após osteossíntese da fratura é ainda uma técnica negligenciada em muitos centros de trauma. Devemos considerar como norma, avaliar o grau de estabilidade e se necessário suturar o LD, qualquer que seja o procedimento cirúrgico efetuado, contribuindo assim para um bom resultado (Butler et al., 2020; Li et al., 2019; Rigby & Scott, 2018; Salameh et al., 2020), (Figura 22).

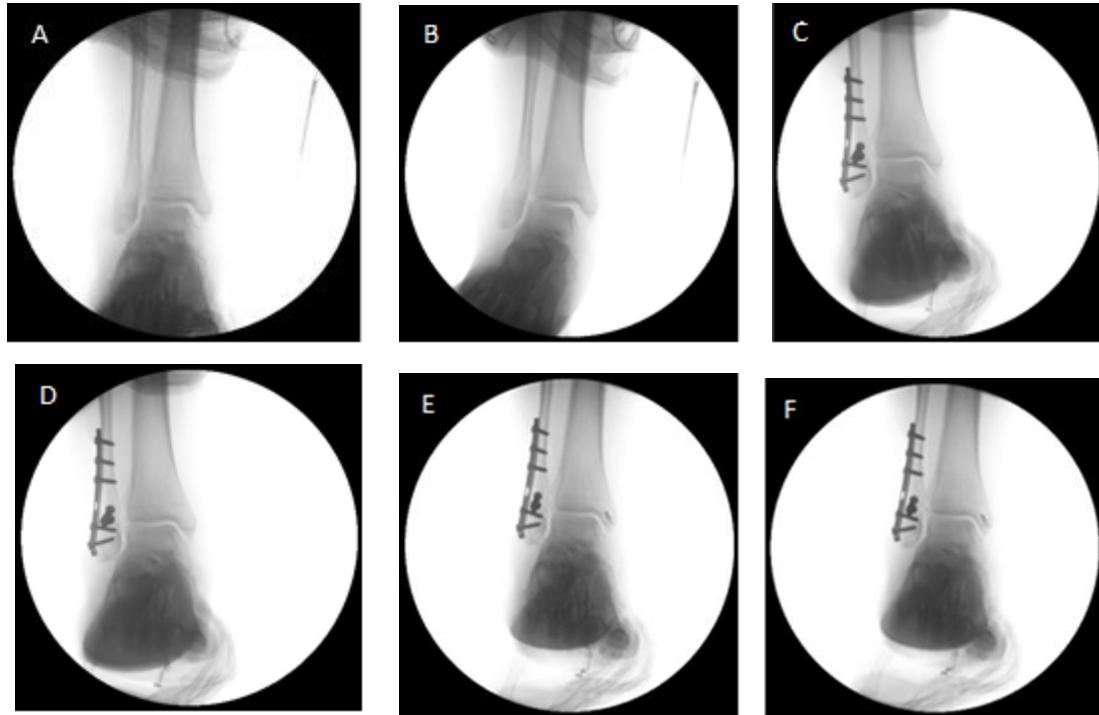


Fig. 22. A: Fratura 44B2.3 (o, r); B: teste *stress* manual revela instabilidade medial; C: redução e osteossíntese do maléolo lateral; D: teste *stress* após osteossíntese revela instabilidade residual; E: sutura do feixe superficial e posterior com âncora; F: estabilidade final

2.6.2.2 Como suturar

Rigby e Scott (2018) recomendam por via aberta, a colocação de âncoras no maléolo medial e a sutura do feixe profundo do LD, seguido de sutura do seu feixe superficial com outra âncora ou diretamente ao periósteo. Se persistir instabilidade diagnosticada por aumento do espaço tibiotalar medial em teste de *stress* manual, deverá realizar-se estabilização da sindesmose, o que facilitará a reparação ligamentar (Figura 23).

Contudo, no caso de instabilidade sindesmótica e lesão do LD previamente conhecida, recomenda-se a redução aberta e a osteossíntese interna do maléolo lateral; preparação do LD e colocação de âncoras; estabilização da sindesmose, terminando então com a sutura e o tensionamento adequado do LD.



Fig. 23. A: Fratura 44B3.3 (**o,r,u**) em RX AP; B: RX perfil; C: TAC, desenho da fratura e lesão óbvia do LD; D: teste *stress* após osteossíntese com instabilidade residual; E: teste *stress* após osteossíntese e sutura LD mantem instabilidade residual; F: fixação com parafuso sindesmótico e estabilidade final

2.6.2.2a Sutura primária aberta

Existem várias abordagens cirúrgicas para a reparação de uma rotura do LD. Aliás, a abordagem depende essencialmente da preferência e da experiência do cirurgião. A abordagem padrão inclui uma incisão sobre o maléolo medial, curvando ligeiramente para anterior e distal, paralela ao trajeto do tendão tibial posterior. Também se pode optar por uma incisão anterior sobre o maléolo medial, com extensão distal e posterior. Ambas as abordagens cirúrgicas dão ao cirurgião uma visualização adequada do LD. Se houver uma rotura completa do feixe posterior do LD, uma incisão é feita ao longo da bainha do tendão tibial posterior. As estruturas neurovasculares mediais e posteriores deverão ser protegidas. O tendão tibial posterior é inspecionado e retraído inferiormente. A fáscia é aberta e deve-se proceder à inspeção do feixe profundo. Quando a rotura do ligamento é proximal à sua inserção no maléolo medial, é preferível usar âncoras ósseas, colocadas na

região posterior e distal do maléolo medial (Figura 24).



Fig. 24. A: Fratura 44B3.1; B: fotografia intraoperatória demonstra a rotura do feixe posterior do LD; C: sutura com âncora

É aconselhável escolher uma âncora com sutura número 2, passando-a através das fibras ligamentares e tensionando com o tornozelo em inversão.

A maioria das roturas do LD envolvem também, a avulsão do feixe superficial no maléolo medial, que deve ser suturado com uma segunda âncora óssea, colocada mais anterior; alternativamente, a reinserção das fibras superficiais pode ser direta com sutura ao periósteo. Se a rotura for distal aconselhamos o uso de âncoras ósseas no astrágalo. Também nos casos de lesão intrafascicular procede-se à sua sutura direta.

Quando há suspeita pré-operatória de rotura dos feixes posteriores do LD, é preferível iniciar a cirurgia por uma abordagem medial, uma vez que, é mais fácil o seu acesso num tornozelo instável. No entanto, procede-se ao seu tensionamento após a(s) fratura(s) serem reduzida(s) e estabilizada(s). Na fratura por avulsão do maléolo medial ou cominutivas, recomendamos o uso de placa em gancho para estabilização do(s) fragmento(s) de fratura e do LD.

2.6.2.2b Reparação artroscópica

A artroscopia do tornozelo nas fraturas maleolares é uma excelente ferramenta diagnóstica de lesão óssea, cartilagínea e ligamentar. Permite ainda a descompressão da hemartrose

articular, bem como a visualização direta do LD e da sindesmose.

Do mesmo modo, os doentes com comorbilidades que aumentam o risco de complicações associadas às incisões também podem beneficiar de sutura por via artroscópica (Kusnezov et al., 2017; Schairer et al., 2016). Preconiza-se a avaliação artroscópica do tornozelo antes da estabilização da fratura, permitindo o desbridamento intra-articular do LD e da sindesmose, o que irá ajudar na redução das fraturas mais complexas (Figura 25).

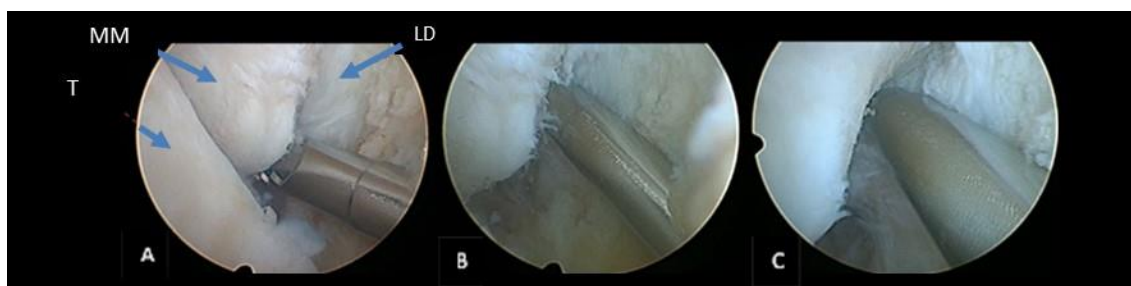


Fig. 25. Artroscopia. A: goteira medial visualizado pelo portal ântero-lateral; B: o *Shaver* introduzido pelo portal ântero-medial, desbridamento de distal para proximal; C: rotura do feixe superficial do LD (cortesia de Vega et al., 2017)

Permite ainda identificar a lesão ligamentar e controlar a inserção de uma ou duas âncoras no maléolo medial, através do portal ântero-medial. Uma pequena incisão acessória é feita acima do tendão tibial posterior para garantir que as suturas não entram em conflito com esta estrutura (Vega et al., 2017), (Figura 26).

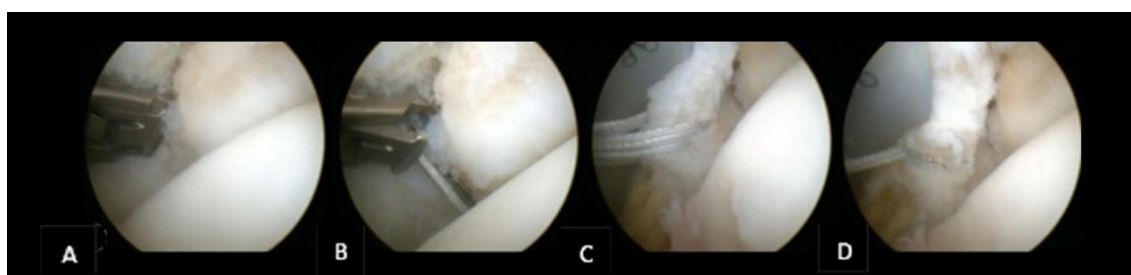


Fig. 26. Artroscopia. A: goteira medial visualizado pelo portal ântero-lateral; B: o *clamp* de sutura é introduzido pelo portal ântero-medial; C, D: sutura do feixe superficial do LD, com dupla sutura (cortesia de Vega et al., 2017)

Após a inserção das âncoras, as suturas são adequadamente passadas através das fibras do LD, após o qual é efetuada a osteossíntese da(s) fratura(s) associada(s); com o tornozelo mantido em flexão dorsal neutra e ligeira inversão, procede-se finalmente ao bom

posicionamento e tensionamento dos fios de sutura. Também a avulsão do maléolo medial confirmada por via artroscópica, pode ser reparável de forma minimamente invasiva.

As manobras de *stress* fluoroscópico deverão então, ser realizadas para aferir a estabilidade adequada. Se persistir instabilidade, está indicada a conversão para uma abordagem aberta. As lesões intra fasciculares do LD ou a avulsão no astrágalo são mais difíceis de abordar por artroscopia aconselhando-se também nestes casos a sutura por via aberta.

2.7 OSTEOARTROSE PÓS TRAUMÁTICA

2.7.1 Etiopatogenia

A osteoartrose (OA) é a doença articular crónica mais prevalente, com grande impacto a nível mundial, pela incapacidade funcional e perda de autonomia (Beals et al., 2018; Felson et al., 1995; Salmon et al., 2016). A sua incidência estimou-se em 14.6 por 1.000 pessoas / ano em 2000-2001, aumentando 2.5 a 3.3% por ano até 2009 (Allen & Golightly, 2015), com repercussão socio económica para o indivíduo, bem como para toda a sociedade (Egloff et al., 2012; Felson et al., 1995; Godoy Santos et al., 2014).

A nível do tornozelo a OA primária representa 9% e a OA pós-traumática 78%. Destes, 62% foram atribuídos a fratura do tornozelo, a maioria das quais a nível maleolar (Valderrabano et al., 2009). Estes dados estão em concordância com outros investigadores, variando os valores entre 70 e 90% de casos (Delco et al., 2017; Horisberger et al., 2009; Richmond et al., 2013; Saltzman et al., 2005; Thomas et al., 2017; Valderrabano et al., 2009).

A OA é de facto, uma doença multifatorial complexa. Cada vez mais, a evidência demonstra diferenças na estrutura da cartilagem e na biologia das diferentes articulações do sistema

apendicular, sugerindo mecanismos distintos de doença (Aurich et al., 2013; Lotz et al., 2010; Novakofski et al., 2013; Quinn et al., 2013).

A cartilagem é constituída por células designadas por condrócitos (40%) envolvidas por uma substância hialina e basófila, a matriz extracelular, formada por proteínas fibrosas (colagénio tipo II e elastina); glicoproteínas multiadesivas (fibronectina); glicosaminoglicanos e proteoglicanos, que dão suporte às células e são responsáveis pela sua rigidez, elasticidade e integridade. Sabe-se que a compressão fisiológica estimula habitualmente a atividade anabólica dos condrócitos, mantendo assim a matriz integra. Na figura 27 apresenta-se as camadas histológicas da cartilagem hialina e a disposição esquemática das fibras de colagénio e dos condrócitos (Britteberg, 2010).

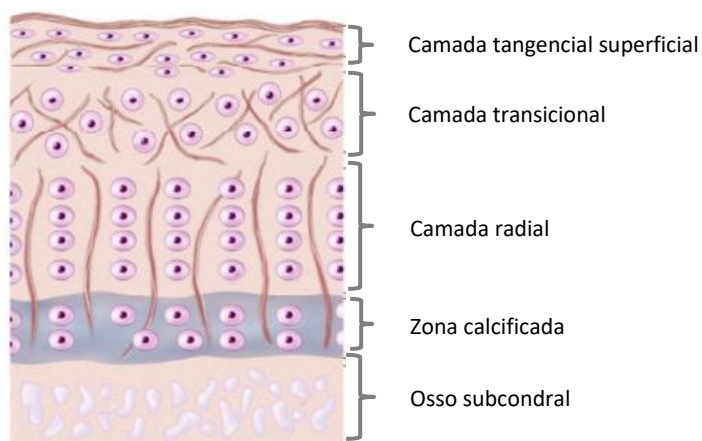


Fig. 27. Camadas histológicas da cartilagem hialina e disposição esquemática das fibras de colagénio e dos condrócitos (adaptado de Britteberg, 2010).

Embora a cartilagem do tornozelo tenha aproximadamente metade da espessura da do joelho (média de 0.7-1.62 vs 1.5-2.6 mm) a sua camada superficial é semelhante, desempenhando um papel protetor durante a carga fisiológica do tornozelo; é também mais complacente (menor rigidez compressiva) e dissipa mais energia de cisalhamento que as camadas mais profundas. Por outro lado, a densidade celular da cartilagem do tornozelo ($41 \pm 34 \times 10^3$ células/ mg) é 48% maior que a do joelho e a sua matriz é mais densa e rígida,

apresentando níveis mais elevados de glicosaminoglicanos e menor concentração de água (Treppo et al., 2000). Além disso, a articulação talocrural é altamente congruente, justificando por si só a estabilidade intrínseca com base apenas na sua anatomia óssea (Tochigi et al., 2011). Contudo, o tamanho relativamente pequeno do tornozelo, resulta numa área de superfície de contato menor, sofrendo durante a carga, uma maior força de *stress* por área. Além disso, a distribuição das forças de *stress* aumenta durante a flexão plantar, eversão ou inversão do pé, ao reduzir em mais de 40% a área de contato articular (Calhoun et al., 1994; Delco et al., 2017; Kimizuka et al., 1980; Watanabe et al., 2012), (Figura 28).

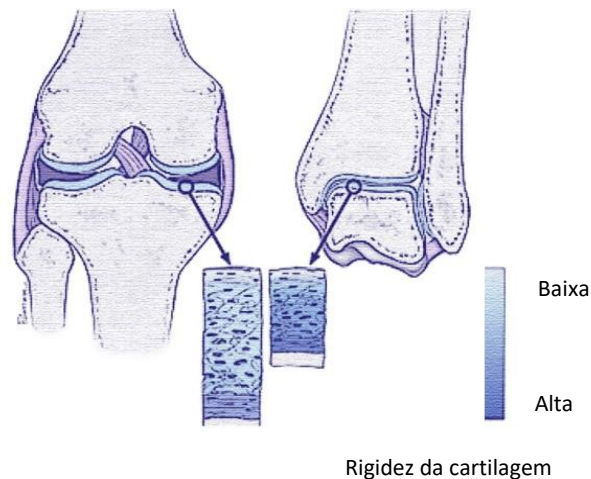


Fig. 28. Comparação entre a articulação do joelho e tornozelo: no tornozelo a congruência óssea é maior e, portanto, menos dependente dos tecidos moles (rosa-púrpura) para manter a estabilidade; tem menor área de superfície de contato (três vezes); a espessura da cartilagem (azul) é menor (metade), embora a camada superficial seja semelhante; a matriz extracelular é mais densa e possui maior rigidez dinâmica (adaptado de Delco et al., 2017)

A cartilagem caracteriza-se também, pela ausência de vasos sanguíneos, linfáticos e nervos. Devido a essa falta de vascularização, os condrócitos dependem de um processo de embebição para a sua correta nutrição, e o seu metabolismo é principalmente anaeróbico, o que diminui a sua capacidade de adaptação ao trauma (Beals et al., 2018).

Aliás, alguns autores consideram que a lesão da cartilagem articular é um fator preditivo de OA (Marsh et al., 2002), (Figura 29).

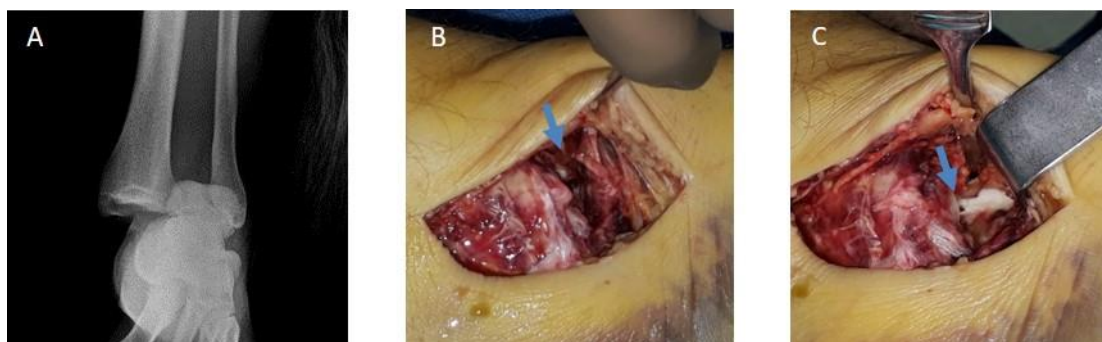


Fig. 29. A: Fratura 44C3.1 (p,r) 2,5d,8e; B: rotura completa do feixe superficial e profundo do LD; lesão condral ântero-medial do astrágalo

Outros como Stufkens et al. (2010), suportam outra opinião. Estes autores num estudo coorte prospetivo em 288 fraturas do tornozelo, identificaram em artroscopia lesão da cartilagem: 65% no astrágalo, 50% na tíbia e 39% no perónio. Em 21% dos indivíduos havia atingimento das três superfícies articulares. Apenas 19% dos doentes não apresentavam lesão. Contudo, no *follow-up* de 12.9 anos, as lesões da cartilagem localizaram-se preferencialmente na região ântero-lateral do astrágalo e no maléolo medial, constituindo de acordo com os autores, um fator independente do desenvolvimento de OA (Figura 30).

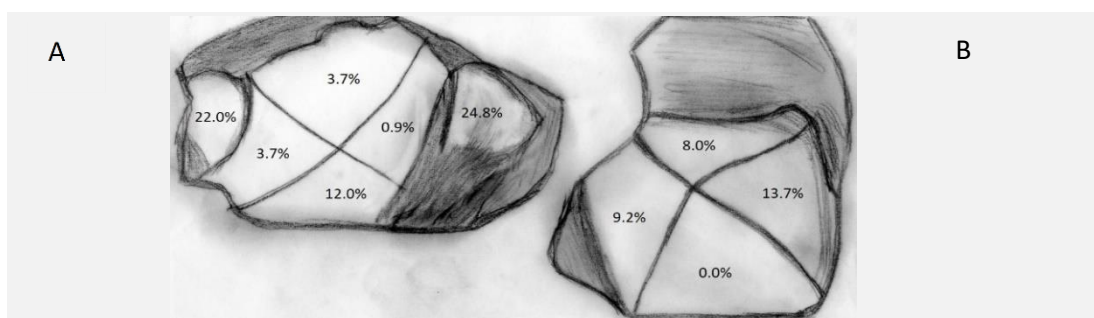


Fig. 30. Distribuição das lesões da cartilagem identificadas por artroscopia. A: na tíbia e maléolos B: no astrágalo (adaptado de Stufkens et al., 2010)

Também, as lesões mais profundas tiveram piores resultados, o que atribuíram a uma fibrocartilagem pobre em proteoglicanos, responsável por uma maior fragmentação e fibrilação da cartilagem. De igual modo, os estudos de Buckwalter e Martin (2006), observaram uma relação entre a profundidade e a evolução cicatricial das lesões. Contudo, contrariando a opinião de Stufkens et al. (2010), estes autores consideram que a

hemorragia e a formação de fibrina no tecido subcondral, promove a ativação de uma resposta inflamatória, levando à reparação da lesão cartilaginosa.

Também, os estudos de Tochigi et al. (2011), alertam para a morte de condrócitos nas camadas mais superficiais da cartilagem (peri fratura), sobretudo nas 48h seguintes ao trauma. Resultados similares foram observados por McKinley et al. (2010), estes investigadores provaram que podem ocorrer danos irreversíveis na cartilagem na altura do acidente, pelo aumento das forças de pressão articular, devido à incongruência (ântero-lateral) ou instabilidade pós-traumática.

De facto, os condrócitos reagem negativamente ao *stress* articular. A sua disfunção provoca lesão a nível das mitocôndrias com libertação de substâncias reativas de oxigênio e consequente alteração da estrutura das fibras de colagénio, bem como aumento da síntese de proteoglicanos (41-104%), aumento do teor em água (4-13%) e simultaneamente um aumento da síntese de fibronectina (22-47%) reparadora, num período de dez dias. Este desequilíbrio do complexo colagénio- proteoglicano, torna a membrana mais permeável, permitindo uma maior difusão de água, tornando assim a cartilagem mais vulnerável a danos mecânicos e à evolução progressiva para OA (Goodwin et al., 2010; Jang et al., 2014; Loeser, 2009; Martin et al., 2002).

Acumulativamente, quando se associa uma incompetência do ligamento deltoide, por inadequada redução da(s) fratura(s), com incongruência e instabilidade medial residual, existe um risco inerente de evoluir para uma instabilidade crónica (Lindsjö, 1985; Lötscher et al., 2015; Hintermann et al., 2006; Horisberger et al., 2009; Tornetta, 2000).

Mesmo pequenos graus de instabilidade, são mal tolerados. Femino et al. (2013), descreveram a insuficiência do LD como responsável pela subluxação lateral do astrágalo

na fase final de oscilação do ciclo de marcha, com progressivo desenvolvimento de deformidade em valgo.

Note-se que, estudos anteriores de Ramsey e Hamilton (1976) alertaram que o desvio lateral do astrágalo em um milímetro, reduz a área de contato articular em cerca de 42%, o que associado a um encurtamento do perónio ≥ 2 mm (por inadequada redução da fratura do maléolo lateral) leva a um aumento da pressão articular, com consequente evolução para artrose precoce pós-traumática.

Numa fase inicial, a OA do tornozelo é frequentemente assimétrica. Contudo, as alterações degenerativas evoluem progressivamente, atingindo toda a superfície articular (Valderrabano et al., 2009). Em consonância, Horisberger et al. (2009) e Lübbecke et al. (2012), relatam que o tempo, desde o trauma até ao último estadió de OA, poderá ser em média de 21 anos (1 - 52 anos), indicador de que os estudos anteriores eram falsamente otimistas.

Surpreendentemente, há poucos estudos sobre a relação entre a lesão da cartilagem inicial (localização e extensão) e o desenvolvimento de OA, sendo um claro indicador da necessidade de outros estudos de investigação.

2.7.2 Clínica

Na avaliação clínica deve-se caracterizar bem a dor em termos de intensidade (VAS score), localização, características temporais, fatores desencadeantes e agravantes, assim como as queixas de tumefação, rigidez articular, dificuldade na marcha, ao descer escadas, rampas ou terrenos irregulares, bem como sensação de *giving way*.

No exame objetivo, é importante observar e quantificar a atrofia muscular, o alinhamento, balanço e a estabilidade articular (Buckwalter & Martin, 2006; Buckwalter, 2012;

Pagenstert et al., 2009; Reginster, 2002; Valderrabano et al., 2006a; 2006b; Valderrabano et al., 2009).

Glazebrook et al. (2008), efetuaram um estudo coorte de nível I em doentes com osteoartrose do tornozelo (N= 130) e anca (N= 130). Avaliaram a dor, função e qualidade de vida (*SF-36*), concluindo que ambos os grupos tinham pontuações similares para todas as subescalas do *SF-36*. Contudo, valores inferiores quando comparados com a população sem OA. Outros autores apontam também, os benefícios da cirurgia no alívio da dor e na recuperação da função (Philippe et al., 2008; Valderrabano et al., 2007).

2.7.3 Imagiologia

Na suspeita de OA do tornozelo, devem ser pedidas as RX em carga, aconselhando-se 4 incidências radiográficas: RX AP e perfil do pé, RX do tornozelo *mortise view* e ainda a incidência de Saltzman (Barg et al., 2013; Saltzman et al., 1995), (Figura 31).



Fig. 31. Na avaliação da osteoartrose, recomenda-se 4 incidências em carga. A: RX do pé em AP; B: RX perfil; C: RX tornozelo (*mortise view*); D: incidência de Saltzman

Estes exames podem mostrar diferentes graus de diminuição do espaço articular, bem como osteófitos, esclerose e quistos subcondrais, como descrito por Nüesch et al. (2012).

Deve ser avaliado também, o alinhamento do tornozelo, considerando-se três níveis:

supramaleolar, intra-articular e inframaleolar.

Para este efeito, Stufkens et al. (2011) e Barg et al. (2012) aconselham a medição do ângulo tibiotalar, entre o longo eixo da tíbia e a paralela ao astrágalo (normal: $92.1 \pm 2.2^\circ$) com boa fiabilidade.

Outros autores recomendam a medição do ângulo túbio calcâneo, entre o longo eixo da tíbia e o longo eixo do calcâneo (normal: 2.2°), (Cobey, 1976; Reilingh et al., 2010) ou o desenhado por Saltzman et al. (1995) em RX em carga, descrevendo-o entre o ponto mais distante do contorno plantar do calcâneo e o eixo diafisário da tíbia. Estes últimos investigadores, consideram um sinal positivo se o eixo de carga for medial ao calcâneo (calcâneo valgus) e negativo se for lateral (calcâneo varo). De acordo com o seu estudo, oitenta por cento dos indivíduos apresentam alinhamento do retropé em valgo, com uma média de 8 mm. A medida desse valor foi confiável com um coeficiente de correlação entre observadores de 0.97 (Figura 32).

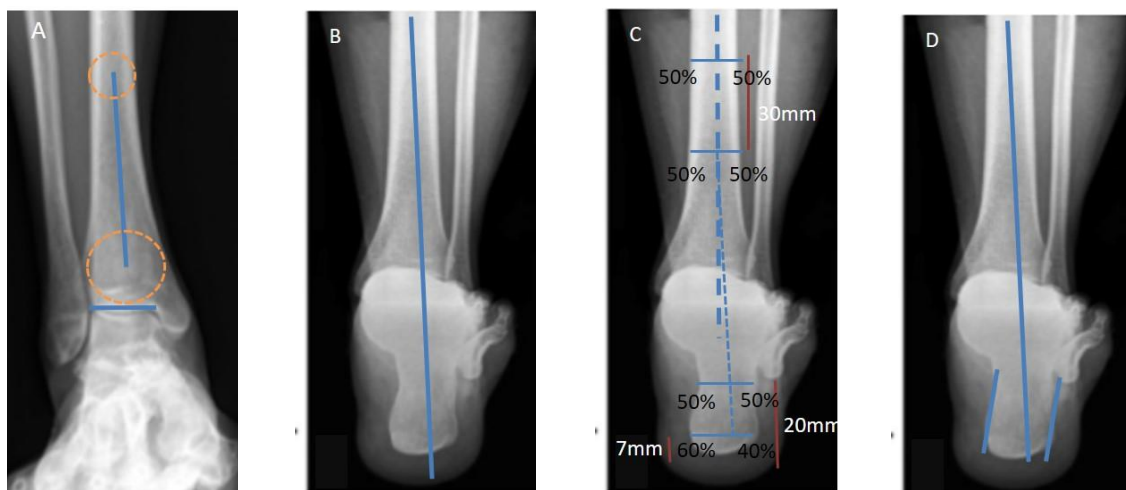


Fig. 32. A: Alinhamento supramaleolar, ângulo tibiotalar; B: alinhamento inframaleolar, ângulo túbio calcâneo, incidência de Saltzman; C: ângulo túbio calcâneo descrito por Reilingh; D: ângulo túbio calcâneo descrito por Donovan

Outros autores (Buck et al., 2011) afirmam que a medição com maior fiabilidade foi a proposta por Donovan e Rosenberg (2009), obtida pelo ângulo formado pelo eixo longitudinal da tíbia e a linha paralela ao contorno medial ou lateral do calcâneo (normal: 98.8° vs 63.0°).

Saliente-se ainda, que para uma avaliação precisa da superfície articular deve ser considerado a tomografia computadorizada (TAC). Alguns autores defendem a sua utilização, ao permitir uma análise tomográfica da lesão osteocondral (Bexkens et al., 2018; Reilingh et al., 2016). Na última década, com os avanços da tecnologia, alguns autores, tem defendido a TAC em carga, como imagem 3D de alta resolução espacial, permitindo o estudo correto do alinhamento axial e uma adequada caracterização do espaço articular. Tem ainda como vantagem a baixa dose de radiação utilizada em relação à TAC convencional (Barg et al., 2018; Lintz et al., 2018).

De igual modo, Pagenstert et al. (2009b), defendem a SPECT-CT (*Single-Photon Emission Computed Tomography-Computed Tomography*) por permitir simultaneamente analisar a morfologia e a atividade biológica associada às alterações degenerativas, tornando-a crucial para o correto planeamento cirúrgico. Estes autores demonstram uma alta fiabilidade intra e interobservador, quando comparada com o simples TAC. Em concordância, outros investigadores recomendam a realização da SPECT-CT como exame preferencial de imagem (Geurts et al., 2014; Paul et al., 2015; Williams et al., 2012). O que está claramente de acordo com Knupp et al. (2005) e Knupp et al. (2009) que utilizam a RX em carga, a TAC convencional, a Cintigrafia óssea e a SPECT-CT em todos os doentes com deformidade (valgus / varus) e suspeita de OA (Figura 33).



Fig. 33. Fratura trimaleolar (44B3.2) do tornozelo esquerdo com 19 anos de evolução. A: RX AP evidência de artrose grau 3 da classificação de van Dijk; B: RX perfil confirma; C: cintigrafia com hipercaptação do radiofármaco

A RM é também um instrumento de diagnóstico útil. Aliás, tem sido descrita como o exame de imagem não invasivo, mais sensível e específico, permitindo avaliar a cartilagem, os tecidos moles peri articulares e os tendões, assim como o edema ósseo subcondral (Hembree et al., 2012; Nortunen et al., 2014; van Putte-Katier et al., 2015). Por forma a conhecer a microestrutura e indiretamente os aspetos funcionais da cartilagem do tornozelo, têm sido descritas novas técnicas de RM: a análise quantitativa volumétrica, o mapeamento dGEMRIC, o mapeamento T1-rho, o mapa T2 e a RM com sódio-23, permitindo deste modo, melhorar o diagnóstico, bem como o tratamento das lesões osteocondrais (Godoy Santos et al., 2014).

Outros autores (Roemer et al., 2014) efetuaram RM em jovens atletas com entorse aguda do tornozelo (N= 261). Diagnosticaram lesão osteocondral do astrágalo (8%), disrupção do LD (49%) e do LS (20.3%). Apresentaram uma percentagem de concordância intraobservador vs interobservador para o LD de 86.7 vs 68.3, respetivamente.

Saliente-se ainda que Gatlin et al. (2015) comprovaram que a RM do tornozelo, quando comparada com a artroscopia, tinha uma sensibilidade de 71% e especificidade de 74% no diagnóstico de lesão da cartilagem articular do astrágalo (Outerbridge graus 3 e 4).

Em sùmula, o diagnóstico de osteoartrose do tornozelo tem aumentado na última década, graças aos avanços nas modalidades de imagem não invasiva.

2.7.4 Classificação

Utilizando a RX em carga, Takakura et al. (1986) classificaram a osteoartrose em 4 estadios: estadio 1 (precoce); estadio 2 e 3 (intermédio); estadio 4 (tardio).

À posteriori, Tanaka et al. (2006), propuseram uma alteração à classificação de Takakura em: estadio 1 (esclerose precoce e presença de osteófitos sem diminuição do espaço

articular); estadio 2 (diminuição do espaço articular); estadio 3A (diminuição do espaço medial com contacto subcondral); estadio 3B (contacto subcondral no contorno superior medial do astrágalo); estadio 4 (ausência de espaço articular).

Outros investigadores propuseram classificações semelhantes (Cedell et al., 1965; Cheng et al., 2001; Giannini et al., 2007) tendo em conta a presença de osteófitos e a diminuição do espaço articular.

van Dijk et al. (1997) classificaram-na em: grau 0 (normal ou esclerose subcondral); grau 1 (presença de osteófitos sem diminuição do espaço articular); grau 2 (diminuição do espaço articular com ou sem osteófitos); grau 3 (ausência de espaço articular e deformidade articular), (Figura 34).



Fig. 34. Osteoartrose do tornozelo após fratura maleolar. Classificação de van Dijk et al. (1997) A: grau 0, esclerose subcondral; B: grau 1: presença de osteófitos sem diminuição do espaço articular; C: grau 2: diminuição do espaço articular com ou sem osteófitos; D: grau 3: ausência de espaço articular e deformidade articular

Holzer et al. (2015) validaram e determinaram a fiabilidade inter e intraobservador da classificação de Kellgren-Laurence (Kellgren & Lawrence, 1957) correlacionando o grau de osteoartrose com a clínica. Descrevem-na como: grau 1 (osteófitos duvidosos no maléolo medial ou lateral); grau 2 (osteófitos no maléolo medial, sem diminuição do espaço articular); grau 3 (osteófitos no maléolo medial ou lateral e moderada diminuição do espaço articular [$< 50\%$]); subdividida em grau 3A (desvio talar $< 2^\circ$); 3B (desvio talar $> 2^\circ$); grau 4 (esclerose, osteófitos e diminuição do espaço articular [$> 50\%$]). Estes autores consideraram que os graus mais graves estavam relacionados com fraturas maleolares

complexas; consideraram esta classificação como válida e fiável (0.61 e 0.75 respetivamente).

Estudos mais recentes de Claessen et al. (2016) estudaram a fiabilidade de três classificações: van Dijk, Takakura e Kellgren-Laurence e concluem que todas têm fraco valor interobservador, nomeadamente 0.24 vs 0.19 vs 0.18 de acordo com a cotação de Landis e Koch (1977), respetivamente. Um claro indicador da necessidade de outros estudos de investigação.

Na realidade, o diagnóstico de osteoartrose do tornozelo tem aumentado na última década como resultado dos avanços nas modalidades de imagem não invasiva já descritas, na tecnologia cirúrgica artroscópica e pela maior consciencialização da própria patologia. Contudo, mais estudos de investigação são necessários, sobretudo no campo da patogenia da doença, assim como na avaliação das suas consequências económicas, levando em consideração os fenótipos da doença e as comorbidades destes doentes, bem como a repercussão na sociedade e nos sistemas de saúde.

3. OBJECTIVOS DO ESTUDO

3.1 QUESTÃO DE INVESTIGAÇÃO

A questão que se coloca, é como verificar a competência do ligamento deltoide, quando se diagnostica uma fratura do maléolo lateral e coexiste um espaço tíbiotalar medial normal na radiografia simples convencional.

Poderá coexistir fratura maleolar medial e lesão do ligamento deltoide?

Será a ecografia um instrumento útil na avaliação da integridade e competência do ligamento deltoide nas fraturas maleolares, tornando-se uma ferramenta fundamental na decisão de opção terapêutica nas fraturas isoladas do maléolo lateral e na decisão de sutura do ligamento deltoide após osteossíntese maleolar?

3.2 OBJETIVOS

3.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral do estudo é definir um método eficaz e simples para avaliar a integridade e competência do ligamento deltoide, antes e após redução anatómica e osteossíntese da(s) fratura(s) maleolar(es), bem como avaliar a repercussão que esta lesão terá na funcionalidade e no desenvolvimento da osteoartrose.

3.2.2 Objetivos Específicos

- Estudo epidemiológico das fraturas maleolares dos doentes que ocorrem à urgência do Hospital de São Francisco Xavier-Centro Hospitalar de Lisboa Ocidental, E.P.E. (HSFX-CHLO) no período de 10 fevereiro de 2016 e 30 novembro de 2017.

- Análise comparativa entre a RX Grav e a RX SREM, determinando a sua validade e comprovar que o espaço tíbiotalar medial ≥ 4 ou ≥ 5 mm tem valor preditivo diferente para a lesão do ligamento deltoide.
- Análise pré cirúrgica comparativa entre a ecografia e a RX de *stress* gravitacional, determinando a sua validade e fiabilidade como forma de avaliação do grau de instabilidade das fraturas maleolares e seleção da opção terapêutica (cirúrgica vs conservadora).
- Análise intraoperatória comparativa entre a ecografia e a RX SREM, determinando a sua validade e fiabilidade como forma de avaliação do grau de instabilidade das fraturas maleolares antes e após osteossíntese.
- Avaliação intraoperatória, com recurso a ecografia, da necessidade de reparação cirúrgica do ligamento deltoide.
- Avaliação dos resultados funcionais e radiológicos ao ano de seguimento após cirurgia, comparando os dois grupos com a exposição, lesão do ligamento deltoide.
- Determinação dos fatores de risco preditivos do resultado funcional, estudando as variáveis, idade, género, tipo trauma, mecanismo da lesão, lateralidade, classificação (AO, Weber, Lauge-Hansen) e ASA (*American Society of Anaesthesiologists*), diabetes, tabagismo, obesidade, coexistência de fratura em outra área anatómica, exposta e grau de osteoartrose.
- Determinação dos fatores de risco preditivos de osteoartrose nos dois grupos, relacionando-a com a exposição, lesão do ligamento deltoide.
- Criação de um novo protocolo de tratamento das fraturas isoladas do maléolo lateral e de uma nova classificação das fraturas maleolares, tendo em conta o padrão de fratura e a

lesão ligamentar, propondo antecipadamente a designação “NOVA” *Ankle fractures classification* (NAF).

4. DESENHO DO ESTUDO

4.1 TIPO DE ESTUDO

Apresenta-se o desenho de um estudo observacional longitudinal, coorte prospectivo comparativo, com criação de uma amostra sistemática e aleatorizada (PROBE).

5. POPULAÇÃO DO ESTUDO

5.1 POPULAÇÃO (BASE)

Os indicadores do projeto assentam sobre uma população de doentes (N = 205) com fratura maleolar, admitidos no serviço de urgência do HSFY-CHLO, no período compreendido entre 10 fevereiro de 2016 e 30 novembro de 2017.

Os participantes são recrutados de forma consecutiva através do serviço de urgência do HSFY-CHLO.

5.2 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

A elegibilidade dos participantes é garantida através do cumprimento dos critérios de inclusão e exclusão, minimizando a influência de possíveis variáveis de confundimento.

5.2.1 Critérios de Inclusão

- Os doentes admitidos no serviço de urgência de ortopedia do HSFY-CHLO, com o diagnóstico de fratura maleolar.
- Maturidade esquelética (encerramento das cartilagens).
- Operados até 15 dias após o episódio traumático agudo.

5.2.2 Critérios de Exclusão

- Fratura prévia maleolar.

- Doença óssea secundária exceto a osteoporose, doença neurológica, autoimune, dermatológica, vascular ou tumoral, depressão, demência ou Alzheimer.
- Abandono do estudo, transferidos para outro hospital ou operados por outros colegas.

5.3 PROTECÇÃO DOS SUJEITOS/ CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

- Declaração de Helsínquia
- Lei n.º 49/2018 de 14 de agosto (Lei da Investigação Clínica)
- Lei n.º 58/2019, de 08 de agosto (Lei da Protecção de Dados Pessoais)
- Deliberação 1704/2015 (CNPD)
- Lei nº 26/2016 de 22 de agosto (Informação genética pessoal e informação de saúde)
- Revisão por Comissão de Ética
- Consentimento Informado
- Tratamento estatístico: dados anonimizados

5.4 CÁLCULO DO TAMANHO DA AMOSTRA

No que respeita aos estudos preditivos a literatura recomenda que por cada variável em estudo deverão ser incluídos entre 10 e 15 indivíduos, sendo que o número total das variáveis incluídas num modelo preditivo, não deve exceder um décimo da população em estudo, de modo a evitar o fenómeno de *overfitting*.

Considerando a revisão da literatura efetuada, as variáveis identificadas de uma forma consistente como potenciais preditoras, estão relacionados com dados demográficos, clínicos e sociais, nomeadamente: idade, género, tipo de trauma, mecanismo da lesão, lateralidade, classificação (AO, Weber, Lauge-Hansen), ASA, diabetes, obesidade, tabagismo, fratura em outras áreas anatómicas, coexistência de fratura exposta e o grau de osteoartrose (classificação de van Dijk).

Desta forma o valor estimado do tamanho da amostra situa-se na inclusão de 120 a 180 indivíduos, no entanto e considerando as possíveis perdas de follow-up e de modo a evitar o fenómeno de *overfitting*, deve incluir-se o limite médio sugerido para a amostra.

Cálculo do tamanho da amostra, pela fórmula de Pocock:

▪ Variáveis dicotómicas

$$N = \frac{p_1(1-p_1) + p_2(1-p_2)}{(p_2-p_1)^2} \times f(\alpha, \beta)$$

N = número de doentes para cada técnica= 63

P1 = Grupo I

P2 = Grupo II

$\alpha = 0.05$, $\beta = 0.1$, $\delta = \mu_2 - \mu_1$, Power $1 - \beta$

5.5 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS DO ESTUDO E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

5.5.1 Variáveis Dependentes

As variáveis dependentes deste estudo são as variáveis dicotómicas: lesão ligamento deltoide, osteoartrose, função.

5.5.2 Variáveis Independentes

As variáveis independentes deste estudo são os potenciais fatores preditivos:

Idade, género, tipo de trauma, mecanismo da lesão, lateralidade, classificação (AO, Weber), ASA, diabetes, tabagismo, obesidade, coexistência de fratura em outras áreas anatómicas, fratura exposta e o grau de osteoartrose.

5.5.3 Instrumentos de Medida

O estado clínico e funcional de acordo com a escala funcional da *American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS)* ankle-hindfoot scale

A visualização de escala analógica da dor - VAS.

O questionário *EQ-5D* (*EuroQol Group*, registration ID L-29195), validado em Portugal em 2013 (Ferreira et al., 2013).

6. PROCEDIMENTOS

A amostra aleatorizada divide-se em dois grupos: o grupo I (ecografia) com fratura maleolar associada a lesão do ligamento deltoide (doentes expostos) ou sem lesão do ligamento deltoide (doentes não expostos) e o grupo II (RX *Stress* convencional) com fratura maleolar associada a lesão do ligamento deltoide (doentes expostos) ou sem lesão do ligamento deltoide (doentes não expostos).

A aleatorização efetua-se usando a tabela de números aleatórios, considerando todos os números ímpares como pertencente ao grupo I e os números pares ao grupo II (Gordis, 2011).

De forma a garantir a uniformidade de critérios para uma recolha de dados de modo objetivo e impulsionar a comparabilidade, selecionam-se as fraturas da região maleolar tipo 44A1, 44A2, 44A3, 44B1, 44B2, 44B3, 44C1, 44C2, 44C3 da classificação AO Weber e tipo supinação adução grau I, II, supinação rotação externa grau I, II, III, IV e pronação-rotação externa grau I, II, III, IV da classificação Lauge-Hansen.

São colhidas Informações demográficas através de questionário padronizado, com registo detalhado da lesão, do tipo de acidente e mecanismo da lesão, são ainda registados os antecedentes pessoais e a terapêutica domiciliária.

A avaliação clínica do tornozelo realiza-se de acordo com a escala funcional da *American Orthopaedic Foot and Ankle Society (AOFAS) ankle-hindfoot scale*, validada em Portugal, tendo em conta: a dor, função, distância máxima percorrida, superfície de caminhada, anormalidade na marcha, mobilidade sagital, mobilidade do retropé, estabilidade do tornozelo e retropé e alinhamento. Utiliza-se o seu valor quantitativo, bem como o

qualitativo (ordinal) estratificado em excelente (90 - 100 pontos), bom (75 - 89 pontos), razoável (50 - 74 pontos) e fraco (< 50 pontos).

A escala analógica da dor - VAS (*Visual Analogue Scale*), utiliza-se como instrumento unidimensional para avaliação da intensidade da dor. A régua de 100 milímetros, apresenta uma linha horizontal. A quantificação oscila de um valor “nenhuma dor” à “pior dor”. O doente regista na linha horizontal, a dor presente no momento.

Utiliza-se o questionário *EQ-5D* (*EuroQol Group*, registration ID L-29195), validado em Portugal em 2013 (Ferreira et al., 2013), baseado num sistema classificativo que descreve a saúde em cinco dimensões: mobilidade, cuidados pessoais, atividades habituais, dor / mal-estar e ansiedade / depressão. Cada uma destas dimensões tem três níveis de gravidade associados, que correspondem a: sem problemas (nível 1), alguns problemas (nível 2) e problemas extremos (nível 3) vividos ou sentidos pelo indivíduo.

Regista-se ainda a existência de hematoma / equimose perimaleolar medial.

Em todos os doentes, respeitam-se as regras de Ottawa (Stiell et al., 1994) procedendo-se à realização de radiografia, em caso de história de traumatismo do tornozelo, e dos seguintes critérios: dor, referida ao longo dos 6 cm distais da região posterior do perónio e tibia, extremidade do maléolo lateral e/ou medial, assim como incapacidade para a marcha (mais de quatro passos), imediatamente após a lesão ou no serviço de urgência.

Respeitando estes princípios, os doentes no serviço de urgência efetuam como exames imagiológicos: radiografia ântero-posterior (RX AP) a 10º de rotação interna, RX AP “*mortise view*” a 15º de rotação interna e RX perfil. As radiografias são gravadas digitalmente através do sistema IMPAX® (Agfa HealthCare; Agfa-Gevaert N.V., Mortsel, Belgium), utilizado no CHLO. São medidos:

- O ângulo talocrural na RX AP “*mortise view*”, formado pela linha paralela à superfície articular da tíbia distal com a linha que une os topos do maléolo lateral e medial (linha intermaleolar), com um valor normal de 8 a 15°.
- O ângulo desvio talar na RX AP “*mortise view*”, formado pela linha paralela à superfície articular da tíbia distal, com a linha paralela à superfície articular do astrágalo, com um valor normal de 0° ± 1.5°.
- O desvio talar em RX AP “*mortise view*”, quantificando a diferença entre o espaço tibiotalar superior e medial, cujo valor normal é < 2 mm.
- O espaço tibiotalar medial, em RX AP “*mortise view*”, medido no intervalo medial, numa linha perpendicular e a 0.5 cm abaixo do contorno do astrágalo, com um valor normal < 4 mm.

A todos os doentes elegíveis com fratura isolada do maléolo lateral e radiografia convencional com valores normais, efetua-se a ecografia de partes moles do tornozelo (Modelo Toshiba Platinum Aplio 500®, nº T5A14Z2242) por radiologista experiente nesta área ou a RX de *stress* gravitacional (Modelo Practix 33 Plus®, nº PT1672) em decúbito lateral, sobre o lado da lesão, com o pé pendendo do apoio sobre a marquês do aparelho de RX.

Considerara-se indicador direto de fratura instável por incompetência ligamentar, a existência de uma disrupção completa / parcial da normal estrutura ligamentar, observada em ecografia, traduzindo assim uma rotura total / parcial do feixe superficial / profundo do ligamento deltoide, ou indiretos se a RX de *stress* gravitacional, demonstrar existir um espaço tibiotalar medial ≥ 4 mm ou ≥ 1 mm em relação ao espaço tibiotalar superior. A todos os doentes com testes positivos aconselha-se a cirurgia.

Por outro lado, os testes negativos, são indicadores de fratura estável, sendo então os doentes orientados para tratamento conservador. São imobilizados com tala gessada posterior suro-podálica, medicados com analgésicos, fazem descarga com auxiliares de marcha e são estimulados a iniciar mobilização precoce.

Perante fraturas maleolares descoaptadas e instáveis, efetua-se sempre redução incruenta imediata e imobilização com tala gessada posterior.

No bloco operatório prévio à anestesia, antes da insuflação do garrote, realiza-se no Grupo I (G I) exame ecográfico, utilizando o aparelho portátil modelo *GE Venue 40* (GE HealthCare; GE Medical Systems; Model NZCART, Wuxi, Jiangsu, PR China), com sonda de 4 mm e frequência de 12-13 Mhz. O exame efetua-se pelo próprio investigador, após treino prático de ecografia músculo-esquelética do pé e tornozelo e sob a supervisão do coorientador, radiologista experiente, de reconhecido mérito e após validação das suas capacidades nesta área.

Com o pé em rotação externa, coloca-se a sonda de 4 mm na extremidade do maléolo medial, visualizando os feixes superficiais do ligamento deltoide. Ao rodar-se a parte distal da sonda posteriormente, torna-se possível a visualização completa do feixe profundo. Na imagem assim obtida pode-se observar uma zona anecoica, traduzindo uma disrupção completa ou parcial da normal estrutura ligamentar, do feixe superficial ou profundo do ligamento deltoide.

Realiza-se no Grupo II (G II) o teste *stress* rotação externa manual (SREM) sob fluoroscopia (Modelo Philips® PT600074933), com o doente em decúbito dorsal e com o tornozelo estabilizado, exercendo o examinador uma força de rotação externa e simultaneamente eversão e translação lateral, aplicada no pé em flexão dorsal.

A fim de se evitar o enviesamento da análise, o exame é exclusivamente realizado pelo autor da investigação, embora a sua interpretação seja concretizada por 4 observadores independentes, cegos para os resultados entre observadores.

Neste estudo, a dimensão do espaço tibiotalar medial centra-se nos < 4 mm, entre 4 - 4.9 mm e ≥ 5 mm, permitindo assim a separação de indivíduos sem lesão (< 4 mm) ou com lesão do ligamento deltoide (4 - 4.9 mm ou ≥ 5 mm).

A reparação cirúrgica das fraturas maleolares respeita os princípios básicos de osteossíntese preconizados pela *AO Foundation*, nomeadamente a redução anatómica, fixação estável e preservação da irrigação sanguínea.

Em todos os doentes procede-se à redução cruenta e osteossíntese da fratura maleolar lateral com placa terço de cana 3.5, colocada segundo técnica de anti deslizamento na face posterior do osso, providenciando a estabilidade necessária. Segue-se a redução e osteossíntese da fratura medial, utilizando parafusos de esponjosa com anilha, bem como efetua-se a redução e osteossíntese da fratura do maléolo posterior com placa terço de cana ou parafusos canulados 4.0, sempre que persiste um gap ou step articular de 2 mm após manobras de redução incruenta, independentemente do tamanho do fragmento ósseo.

Após estes procedimentos efetua-se no Grupo I, novo controlo ecográfico, para avaliação da orientação das fibras ligamentares. Se este teste for positivo, com aparente desorganização com interrupção do(s) feixe(s) realiza-se a exploração do espaço tibiotalar medial, suturando o ligamento deltoide, restaurando assim a sua normal anatomia osteo-ligamentar, baseado na premissa de que a estrutura ligamentar cicatriza melhor quando suturada. Termina-se com a realização de novo controlo ecográfico.

No Grupo II efetua-se o teste SREM sob fluoroscopia, controlando a estabilidade pós-operatória obtida. Se este teste for positivo procede-se à redução do espaço sindesmótico com um ou dois parafusos 3.5 mm a quatro corticais.

As radiografias são gravadas digitalmente através do sistema IMPAX® utilizado no CHLO; efetua-se a conversão de pixels para milímetros das medições referentes às imagens obtidas do bloco operatório.

Aplica-se ainda em ambos os grupos, imobilização tipo Robert Jones. Todos os doentes iniciam reabilitação às 24 horas após a cirurgia, com mobilização do tornozelo operado e treino da marcha em descarga, de acordo com as restrições impostas pela tolerância e capacidade funcional de cada doente.

Os doentes são avaliados, ao décimo quinto e quadragésimo quinto dia, ao 6º e 12º mês de pós-operatório com registo das comorbilidades médicas e complicações, bem como, do estado clínico e funcional de acordo com a escala funcional da AOFAS, a visualização de escala analógica da dor - VAS e o questionário EQ-5D.

Neste período, os doentes efetuam radiografia AP em 2 planos perpendiculares (pp) e “mortise view”, em carga bipodálica com o peso equitativamente distribuído. Efetua-se a medição dos ângulos talocrural, o ângulo desvio talar, desvio talar e o espaço tibiotalar medial e superior.

No final de seguimento, os dados são analisados para determinar os fatores preditivos de recuperação funcional e de osteoartrose, estudando as variáveis: idade, género, tipo de trauma, mecanismo da lesão, lateralidade, classificação (AO, Weber, Lauge-Hansen), ASA (*American Society of Anaesthesiologists*), diabetes, tabagismo, obesidade (baseada no IMC

para adultos de ambos os gêneros; OMS, 2000), fratura em outras áreas anatómicas, coexistência de fratura exposta e o grau de osteoartrose (classificação de van Dijk).

Ainda, no final do estudo as imagens gravadas (ecografia) são analisadas pelo investigador e por um observador independente, radiologista experiente nesta área e (RX *Stress* convencional) por quatro observadores independentes, cegos para os resultados entre observadores.

7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados efetua-se com recurso ao *Software Statistical Package for Social Sciences (SPSS)* versão 23, para o sistema operativo *Macintosh*. Os dados clínicos e imagiológicos são registados em *Excel Microsoft Software*®.

O tratamento de dados realiza-se em duas fases: uma fase inicial descritiva, e uma fase posterior que se centra em metodologias de índole inferencial. Na análise descritiva os dados categóricos são apresentados como frequências e percentagens, ao passo que as variáveis contínuas são caracterizadas com recurso a medidas de tendência central e de dispersão [média e desvio padrão, quando se verifica a normalidade da distribuição na amostra confirmada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov (para amostras com $n > 50$); mediana e amplitude inter-quartil, quando a condição de normalidade não se verifica].

Na análise inferencial, começa-se pelo estudo da associação entre as diferentes variáveis categóricas com o *outcome* - osteoartrose, mas também entre essas mesmas variáveis e a exposição principal - a lesão do ligamento deltoide. Com este propósito recorre-se ao teste *Chi-square* (ou teste exato de Fisher, quando aplicável). Assim o teste *Chi-square* (teste χ^2 ; p) compara a distribuição da variável observada na amostra com a distribuição esperada, caso a hipótese nula do teste seja verdadeira. Quando se obtém uma diferença estatisticamente significativa entre a distribuição observada e a esperada, então rejeita-se a hipótese nula e conclui-se pela existência de diferença estatisticamente significativa entre as proporções, e logo pela existência de associação entre as variáveis estudadas. Tem também de obedecer a condições de aplicabilidade, nomeadamente a presença de $N > 20$, a existência de frequências esperadas > 1 em todas as células da tabela de contingência, e existência de frequências esperadas ≥ 5 , em pelo menos 80% das células.

Utiliza-se um nível de significância de $\alpha = 0,05$, de acordo com o habitualmente preconizado a nível internacional e é utilizado em estudos deste tipo.

São ainda realizados os cálculos da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e valor preditivo negativo e intervalos de confiança, para os diferentes testes utilizados como instrumento de avaliação da competência do ligamento deltoide (ecografia, RX de *stress* gravitacional e RX SREM). Considera-se o teste *stress* gravitacional / teste *stress* rotação externa manual como verdade no que diz respeito ao estado de lesão do ligamento deltoide, definindo a sensibilidade como a proporção de indivíduos com lesão do ligamento deltoide e corretamente identificados como positivos pela ecografia, e a especificidade do teste como a proporção de indivíduos sem lesão do ligamento deltoide, corretamente identificados como negativos pela ecografia (Gordis, 2011).

A fiabilidade dos testes, calcula-se pelo coeficiente de correlação intraclass (ICC) se variável contínua, e pelo valor Kappa se variável ordinal. De acordo com o preconizado por Landis e Koch (1977) a concordância descreve-se como: quase perfeita (0.8 - 1.0), boa (0.61 - 0.80), moderada (0.41 - 0.60), fraca (0.21 - 0.40), muito fraca (0.01 - 0.20) e sem concordância (0). Também de acordo com Portney e Watkins (2000) e Koo e Li (2016), o ICC 95% intervalo de confiança, estima a fiabilidade em fraca (< 0.5); moderada (0.50 - 0.75); bom (0.75 - 0.9) e excelente (> 0.90).

Identifica-se ainda, as variáveis categóricas associadas com significado estatístico à variável *outcome* - osteoartrose e à variável dependente - recuperação funcional, com a principal variável de exposição- a lesão do ligamento deltoide. Por forma a estudar a influência das nossas variáveis sobre a variável dependente-osteoartrose, avalia-se a homogeneidade dos *Odds Ratio* (OR), pelo modelo de regressão logística ajustado para cada variável, considerando os valores de significância estatística $p < 0,05$ e ainda o poder discriminativo

do modelo de predição pela curva ROC (*Receiver Operating Characteristic Curve*), aceitando-se valores > 0.7 . Pretende-se determinar ainda, os fatores preditivos de recuperação funcional realizando a análise multivariada por regressão linear múltipla.

Verifica-se a estimativa do efeito da lesão do ligamento deltoide sobre a capacidade funcional e a osteoartrose, ajustando para possíveis variáveis de confundimento. Uma variável de confundimento pressupõe associação quer ao *outcome* ou efeito (independentemente da exposição) quer à exposição (sem ser consequência desta). Pode-se dizer que existe interação quando a natureza ou a força da relação entre duas variáveis se altera pela presença de uma terceira variável, sendo o efeito da sua combinação diferente da simples soma dos efeitos individuais (Berrington de González & Cox, 2007).

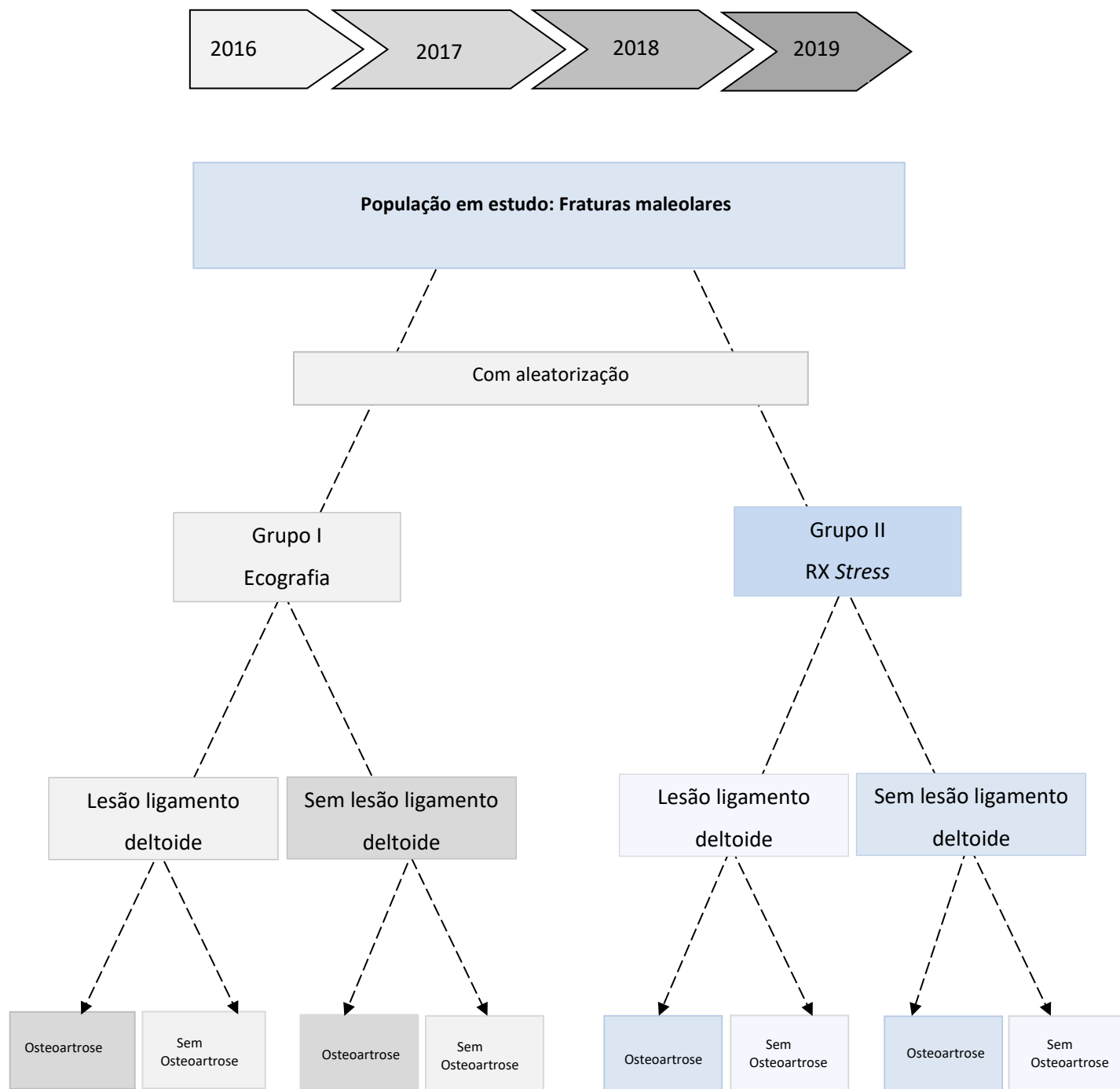
Realiza-se assim, a estratificação da variável exposição principal e o *outcome*. Avalia-se a homogeneidade dos OR nos diferentes estratos com o teste de Breslow-Day e confirmando-se a homogeneidade, testa-se a possibilidade de estar na presença de uma verdadeira variável de confundimento aplicando a fórmula de Mantel-Haenszel. Se a diferença entre o OR não ajustado e o OR ajustado for suficientemente elevada, ou seja, com um valor de *cut-off* de 20%, significa que altera suficientemente os dados para causar confundimento.

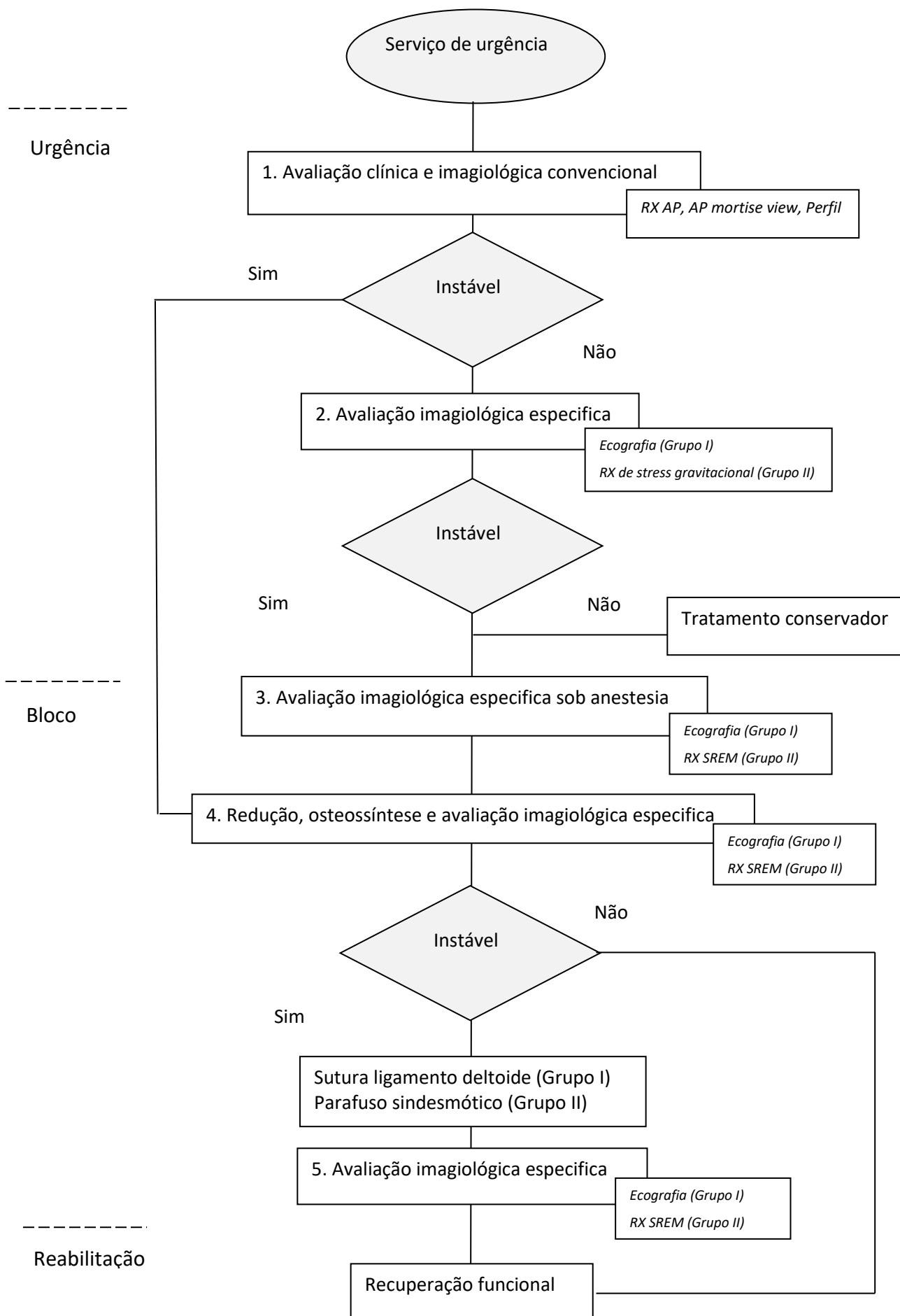
Os resíduos de um modelo de regressão representam as diferenças entre aquilo que é realmente observado e o que é estimado, através da equação de regressão, ou seja, a quantidade que a equação de regressão não é capaz de explicar. Pode-se, assim, pensar nos resíduos como sendo os erros observados se o modelo for o correto. A análise dos resíduos é útil para se verificar se estes erros têm, aproximadamente, uma distribuição normal com média de zero e variância constante, bem como para se determinar se a inclusão/exclusão de novos termos ao modelo se torna útil. Deste modo, para investigar a

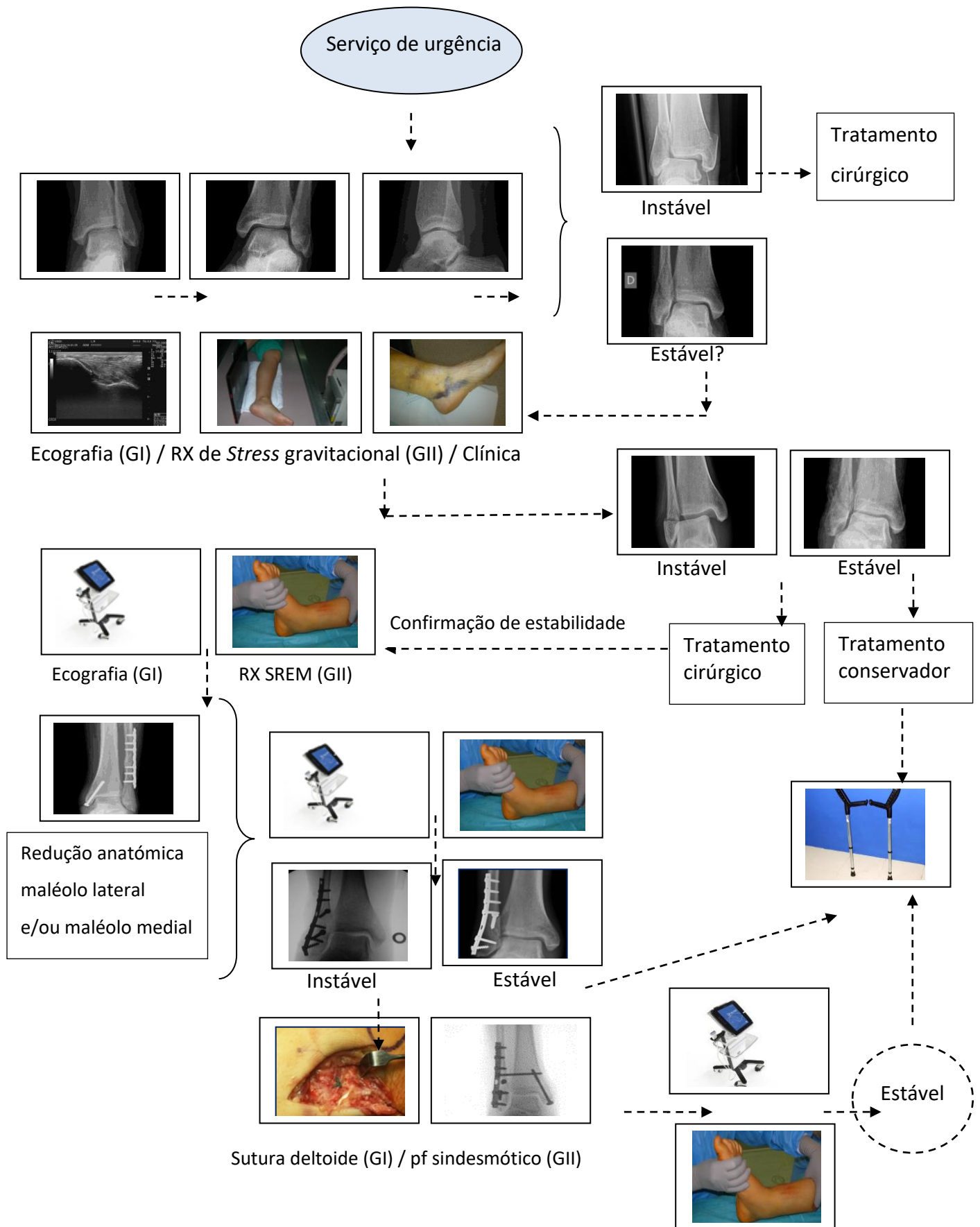
adequabilidade do modelo, é realizada a análise dos resíduos utilizando-se o teste de Durbin-Watson, procurando valores entre 1.5 a 2.5, indicativo de um modelo significativo e correto.

Além disso, uma vez que as variáveis de regressão em estudo são várias, é preciso determinar a colinearidade ou a multicolinearidade entre elas, sendo um pré-requisito a ausência de multicolinearidade, ou seja a não existência de correlação entre as diferentes variáveis independentes. Considera-se normal um valor de tolerância superior a 0.1 e um valor VIF (Fatores de Inflação de Variação) inferior a 10 entre todas as variáveis estudadas, indicativo de ausência de multicolinearidade.

8. FLUXOGRAMA







9. TRABALHO DESENVOLVIDO

No período compreendido entre 10 fevereiro de 2016 e 30 novembro de 2017, obtivemos uma população de 205 doentes com fratura maleolar, admitidos no serviço de urgência do HSFX-CHLO e avaliados com a metodologia descrita.

Foram excluídos 59 (28.7%): 10 sem maturidade óssea, 5 operados por outro cirurgião, 4 operados com > 15 dias, 5 por demência, 4 por síndrome depressivo, 25 transferidos para outro hospital e 6 por abandono do estudo.

9.1 ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO-ANÁLISE DESCRITIVA

Dos 146 doentes elegíveis 53 (36.3%) eram do género masculino e 93 (63.7%) do feminino.

A média de idade no grupo I foi de 52.1 ± 19.9 (Min 14 e Max 91) e no grupo II foi de 56.6 ± 18.3 (Min 18 e Max 86), sem diferenças com significado estatístico (teste Mann-Whitney; $p = 0,155$), (Figura 35).

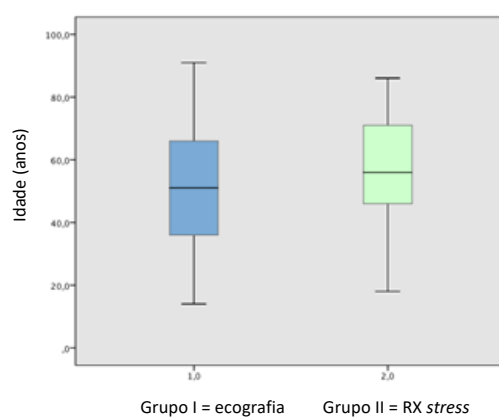


Fig. 35. Média de idades dos doentes com fratura maleolar, no grupo I (azul) e II (verde)

Foram colhidas informações demográficas através de questionário padronizado, com registo detalhado da lesão, do tipo de acidente e mecanismo da lesão, deste modo, em relação à lateralidade registaram-se 85 (58.2%) fraturas à direita e 61 (41.8%) à esquerda.

Resultaram de queda 110 (75.3%), acidente desportivo em 22 (15.1%), acidente de viação 13 (8.9%) e agressão em 1 (0.7%). Clinicamente, 112 (76.7%) indivíduos não tinham hábitos tabágicos, 14 (9.6%) fumavam < 10 cigarros/dia e 20 (13.7%) > 10 cigarros/dia. De acordo com a classificação da obesidade, 69 (47.3%) tinha peso normal, 45 (30.8%) excesso de peso, 30 (20.5%) obesidade grau I e em 2 (1.4%) obesidade grau II. Em relação às comorbilidades, 133 (91.1%) não tinha diabetes, enquanto 10 (6.8%) tinha diabetes tipo II e 3 (2.1%) diabetes tipo I. Da aplicação da classificação ASA, resultou existirem 40 (27.4%) doentes ASA I, 79 (54.1%) ASA II, 26 (17.8%) ASA III e 1 (0.7%) ASA IV. Na avaliação clínica do tornozelo, realizada de acordo com a escala funcional AOFAS, obtivemos uma média de 18.9 ± 18.5 (Min 0 e Max 58), (Figura 36).

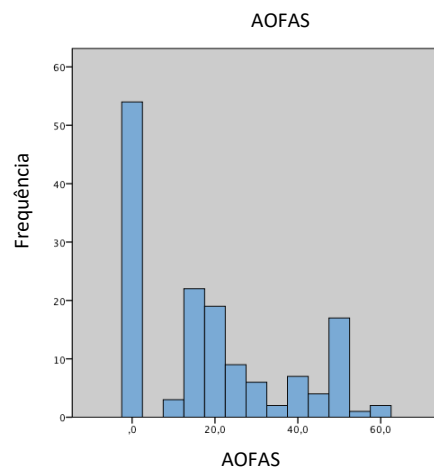


Fig. 36. Histograma da escala funcional da *American Orthopaedic Foot and Ankle Society* (AOFAS)

A escala analógica da dor - VAS, foi utilizada como instrumento unidimensional para avaliação da intensidade da dor, registando-se uma média de 74.5 ± 16.2 (Min 40 e Max 100), (Figura 37).

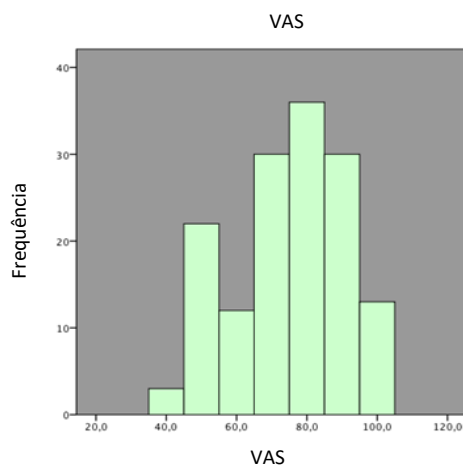


Fig. 37. Histograma da escala analógica da dor - VAS (*Visual Analogue Scale*)

Com a utilização do questionário *EQ-5D*, foi confirmada a existência de problemas extremos (nível 3) em todos os indivíduos, uma média de 0.013 ± 0.199 (Min -0.429 e Max 0.422), (Figura 38).

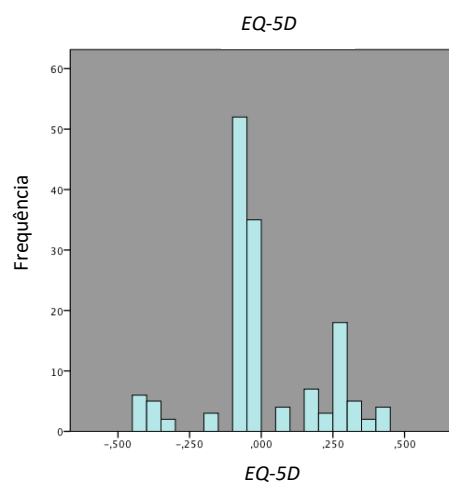


Fig. 38. Histograma do questionário *EQ-5D* (*EuroQol-5*)

Do total da amostra estudada, 3 (2.1%) indivíduos apresentavam exposição de fratura e em 23 (15.8%) houve registo de feridas ou flitenas locais. Dos doentes elegíveis, 34 (23.2%) apresentaram outras lesões traumáticas associadas.

Foi ainda, registado nos 87 (59.6%) indivíduos com fratura isolada maleolar, a existência de equimose peri-maleolar medial em 53 (60.9%), destes apenas 29 (54.7%) apresentavam

queixas dolorosas locais. Referiram sintomatologia local, mas sem equimose medial 5 (5.7%). Os restantes não tinham qualquer sinal ou sintoma.

Classificámos a fratura maleolar pela classificação AO, em 31 (21.2%) tipo A, em 100 (68.5%) B e em 15 (10.3%) C.

Na tabela 2 descreve-se a avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência pela classificação AO, nos dois grupos em estudo.

N = 146			Avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência											
Tipo			N (%)	Tipo			N (%)	Tipo			N (%)			
A 31 (21.2)	A1 20 (13.7)	A1.1		B 100 (68.5)	B1 41 (28.1)	B1.1	34 (23.3)	C 15 (10.3)	C1 7 (4.8)	C1.1	2 (1.4)			
		A1.2	15 (10.3)			B1.2				C1.2				
		A1.3	5 (3.4)			B1.3	7 (4.8)			C1.3	5 (3.4)			
	A2 6 (4.2)	A2.1	3 (2.1)		B2 19 (13.0)	B2.1	11 (7.5)		C2 5 (3.5)	C2.1	1 (0.7)			
		A2.2	3 (2.1)			B2.2	6 (4.1)			C2.2	3 (2.1)			
		A2.3				B2.3	2 (1.4)			C2.3	1 (0.7)			
	A3 5 (3.5)	A3.1	2 (1.4)		B3 40 (27.3)	B3.1	11 (7.5)		C3 3 (2.1)	C3.1	1 (0.7)			
		A3.2	3 (2.1)			B3.2	11 (7.5)			C3.2				
		A3.3				B3.3	18 (12.3)			C3.3	2 (1.4)			

Tabela 2. Avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência pela classificação AO, nos dois grupos em estudo

O mecanismo de lesão descreveu-se como: supinação rotação externa (SE) em 95 (65.1%); pronação rotação externa (PE) em 15 (10.2%); supinação adução (SA) em 28 (19.2%) e por pronação abdução (PA) em 8 (5.5%). De acordo com a classificação de Lange-Hansen, 41 (28.1%) eram SE II, sete (4.8%) SE III, 47 (32.2%) SE IV; cinco (34%) PE III, 10 (6.8%) PE IV; 20 (13.7%) SA I, oito (5.5%) SA II; três (2.1%) PA I, quatro (2.7%) PA II e uma (0.7%) PA III (Tabela 3).

N = 146			Avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência											
Tipo		N (%)	Tipo		N (%)	Tipo		N (%)	Tipo		N (%)			
SE 95 (65.1)	SE I	0	PE 15 (10.2)	PE I	0	SA 28 (19.2)	SA I	20 (13.7)	PA 8 (5.5)	PA I	3 (2.1)			
	SE II	41 (28.1)		PE II	0					PA II	4 (2.7)			
	SE III	7 (4.8)		PE III	5 (3.4)		SA II	8 (5.5)		PA III	1 (0.7)			
	SE IV	47 (32.2)		PE IV	10 (6.8)									

Tabela 3. Avaliação radiográfica das fraturas maleolares na urgência pela classificação de Lange-Hansen, nos dois grupos em estudo

Respeitando as regras de Ottawa, os doentes no serviço de urgência efetuaram como exames imagiológicos, a radiografia ântero-posterior (RX AP) a 10º de rotação interna, a RX AP “*mortise view*” a 15º de rotação interna e a RX perfil, cujos resultados são descritos no capítulo 9.6.2 deste estudo.

9.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A RADIOGRAFIA STRESS GRAVITACIONAL E A RADIOGRAFIA STRESS MANUAL

Neste estudo a dimensão do espaço tíbiotalar medial foi centrado nos < 4 mm, entre 4 - 4.9 mm e ≥ 5 mm, permitindo assim a separação de indivíduos sem lesão (< 4 mm) ou com lesão do ligamento deltoide (4 - 4.9 mm ou ≥ 5 mm), (Figura 39).



Fig. 39. Medição em mm do espaço tíbiotalar medial na RX gravitacional. A: espaço < 4 mm; B: espaço 4 - 4.9 mm; C: espaço > 5 mm

A média do espaço tíbiotalar medial medido em mm no teste Grav com e sem lesão de ligamento deltoide foi de 5.9 ± 3.4 e 3.1 ± 0.6 respetivamente. Enquanto no teste SREM com e sem lesão de ligamento deltoide foi de 6.3 ± 3.2 e 3.6 ± 0.5 (teste Mann-Whitney $p = 0,000$). Verificámos uma muito forte associação entre os dois testes (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 4).

Avaliação do espaço tibiotalar medial na RX Grav e SREM					
	RX Gravitacional		RX Stress Manual		Valor p ^a
	Com lesão (≥ 4mm)	Sem lesão (4mm)	Com lesão (≥ 4mm)	Sem lesão (4mm)	0,000
Média	5.9±3.4	3.1±0.6	6.3±3.2	3.6±0.5	
95% CI	5.0-6.7	1.5-4.7	5.5-7.2	2.9-4.2	
Variação	4.0-23.0	2.6-3.8	4.0-17.7	2.6-3.9	
Valor p ^b	0,000		0,000		

Tabela 4. Avaliação do espaço tibiotalar medial na RX Grav e SREM. Valor p^a = teste χ^2 ; valor p^b = Mann-Whitney

Comparando o teste gravitacional e o teste *stress* manual, obtivemos uma sensibilidade de 100%, vs 97%, especificidade de 60% vs 100%, um valor preditivo positivo 97% vs 100% e um valor preditivo negativo 100% vs 60%, respetivamente.

Registámos no teste Grav, 60 verdadeiros positivos, 2 falsos positivos, 3 verdadeiros negativos, enquanto no teste SREM, 60 verdadeiros positivos, 3 verdadeiros negativos e 2 falsos negativos (teste χ^2 ; p = 0,000), (Tabela 5).

R X G R A V	Lesão do ligamento deltoide				RX Grav	
		Com lesão	Sem lesão	Total	Sensibilidade	100%
	Teste +	VP = 60	FP = 2	62	Especificidade	60%
	Teste -	FN = 0	VN = 3	3	Valor preditivo positivo	97%
	Total	60	5	65	Valor preditivo negativo	100%

R X S R E M	Lesão do ligamento deltoide				RX SREM	
		Com lesão	Sem lesão	Total	Sensibilidade	97%
	Teste +	VP = 60	FP = 0	60	Especificidade	100%
	Teste -	FN = 2	VN = 3	5	Valor preditivo positivo	100%
	Total	62	3	65	Valor preditivo negativo	60%

Tabela 5. Comparação dos resultados de um teste dicotómico (RX SREM e RX gravitacional) com o estado do ligamento deltoide. VP = verdadeiro positivo; FP = falso positivo; VN = verdadeiro negativo; FN = falso negativo; teste χ^2 ; p = 0,000

Determinando o valor preditivo para lesão do ligamento deltoide, tendo em conta a diferença do espaço tíbiotalar medial entre 4 - 4.9 mm ou ≥ 5 mm, verificámos que um espaço maior que cinco tem uma sensibilidade, especificidade, VPP e VPN de 100%, respetivamente. Enquanto um espaço entre quatro e cinco, tinha uma especificidade e VPP de 100% e uma sensibilidade 91% e VPN de 60%, (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 6).

R X S R E M	Lesão do ligamento deltoide				RX SREM (≥ 4 mm)	
		Com lesão ≥ 4 mm	Sem lesão < 4mm	Total	Sensibilidade	91%
	Teste +	20	0	20	Especificidade	100%
	Teste -	2	3	5	Valor preditivo positivo	100%
	Total	22	3	25	Valor preditivo negativo	60%

R X S R E M	Lesão do ligamento deltoide				RX SREM (≥ 5 mm)	
		Com lesão ≥ 5 mm	Sem lesão < 5mm	Total	Sensibilidade	100%
	Teste +	23	0	23	Especificidade	100%
	Teste -	0	3	3	Valor preditivo positivo	100%
	Total	23	3	26	Valor preditivo negativo	100%

Tabela 6. Comparação dos resultados de um teste dicotómico (≥ 4 mm; ≥ 5 mm) com o estado do ligamento deltoide; teste χ^2 ; $p = 0,000$

9.3 ANÁLISE PRÉ CIRURGICA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E A RADIOGRAFIA *STRESS* GRAVITACIONAL

A avaliação da competência do ligamento deltoide na fratura isolada do maléolo lateral, foi efetuada realizando-se a RX de *stress* gravitacional em 81 (56.6%) dos indivíduos elegíveis. A instabilidade foi confirmada em 62 (76.6%), através da medição de um espaço tíbiotalar medial entre 4 - 4.9 mm em 34 (42.0%) e ≥ 5 mm em 28 (34.6%), sendo naturalmente propostos para cirurgia. Apesar da constatação em 19 (23.5%) indivíduos, de um espaço tíbiotalar medial < 4 mm, confirmando a estabilidade articular e a consequente indicação

para tratamento conservador, três doentes com fratura 44A1.3, foram operados por apresentarem mau alinhamento rotacional e outro com fratura 44B2.1, apesar da indicação operatória, recusou cirurgia (Tabela 7).

N= 81			Teste <i>Stress</i> Gravitacional									
T o t a l i n d i v i d u o s	Género		Idade	Classificação Antes		Espaço tíbiotalar medial (mm)			Classificação Após		Tratamento N (%)	
	M	29	45.9	Tipo	%	< 4	4 - 4.9	≥ 5	Tipo	N (%)	Cons	Cirúrgico
	F	52	53.5			19(23.5)	34(42.0)	28(34.6)		81(100)	17(20.9)	64(79.0)
				A1	15(1.5)	13(16.0)	2(2.5)		A1	15(18.5)	12(14.8)	3(3.7)
				B1.1	34(42.0)	5(6.2)	19(23.5)	10(12.3)	B1.1	4(4.9)	4(4.9)	
				B1.3	7(8.6)		3(3.7)	4(4.9)	B2.1	31(38.3)	1 (1.2)	30(37.1)
				B2.1	10(12.3)		6(7.4)	4(4.9)	B2.3	16(19.8)		16(19.8)
				B3.1	7(8.7)		2(2.5)	5(6.2)	B3.1	5(6.2)		5(6.2)
				B3.3	2(2.5)			2(2.5)	B3.3	4(4.9)		4(4.9)
				C1.1	2(2.5)		2(2.5)		C1.1	2(2.5)		2(2.5)
				C1.3	2(2.5)	1 (1.2)		1 (1.2)	C1.3	2(2.5)		2(2.5)
				C2.1	1 (1.2)			1 (1.2)	C2.1	1 (1.2)		1 (1.2)
				C3.1	1 (1.2)			1 (1.2)	C3.1	1 (1.2)		1 (1.2)
Valor p					0,000				0,000		0,000	

Tabela 7. RX *Stress* gravitacional em doentes com fratura isolada do maléolo lateral. Legenda: Cons = Conservador; valor p = teste χ^2

Deste modo, do total de doentes com fratura maleolar lateral isolada, passível de tratamento conservador, a radiografia de *stress* gravitacional permitiu identificar 62 (76.6%) indivíduos, com fratura instável, com indicação cirúrgica. Havendo uma muito forte associação, com significado estatístico entre as variáveis em estudo, tipo de fratura e a medição do espaço tíbiotalar medial (teste χ^2 ; p = 0,000). Os mesmos doentes 81 (56.6%) efetuaram ecografia, 17 (21.0%) dos casos não apresentavam rotura do LD na imagem ecográfica: 10 (58.8%) eram 44A1.2, 3 (17.7%) eram 44A1.3, e 4 (23.5%) eram 44B1.1. Um total de 64 (79.0%) indivíduos tinham lesão do ligamento deltoide: 2 (3.1%) eram 44A1.3, 31 (48.4%) eram 44B2.1, 16 (25.0%) eram 44B2.3, 5 (7.8%) eram 44B3.1, 4 (6.3%) eram 44B3.3, 2 (3.1%) eram 44C1.1, 2 (3.1%) eram 44C1.3, 1 (1.6%) era 44C2.1, e 1 (1.6%) era

44C3.1 (teste χ^2 ; $p < 0,001$). Houve assim uma forte associação com significado estatístico entre o tipo de fratura e a lesão do ligamento deltoide.

A ecografia permitiu determinar as características da lesão em: 1. Tipo de feixe: 7 (10.9%) do feixe superficial; 6 (9.4%) do profundo, e 51 (79.7%) de ambos os feixes (teste χ^2 ; $p = 0,000$); 2. Integridade: parcial em 56 (87.5%) e completa em 8 (12.5%); 3. Localização: proximais em 56 (87.5%), medial em 2 (3.1%) e distal em 6 (9.4%), (teste χ^2 ; $p = 0,013$). Em relação ao predomínio de feixes envolvidos, mais de metade 51 (79.7%) apresentavam rotura do feixe TN, TS, TC e TTPP (teste χ^2 ; $p = 0,000$). Não houve registo de rotura em 17 (21.0%), apesar de documentado a presença de derrame / hematoma peri-ligamentar (teste χ^2 ; $p = 0,000$).

Adicionalmente à lesão do LD, diagnosticámos instabilidade dos ligamentos sindesmóticos em 37 (57.8%), classificada como 44B em 31 (83.8%) e 44C em seis (16.2%). Do tipo 44B, 14 (45.2%) eram fraturas Wagstaff-Le Fort, a maioria classificadas como 44B2.3. Houve uma muito forte relação entre o tipo de fratura, a rotura do LD e a lesão da sindesmose (teste χ^2 ; $p = 0,001$).

Assim, a avaliação da competência do ligamento deltoide, na fratura isolada do maléolo lateral, utilizando como método de diagnóstico a ecografia, quando comparada com a RX *stress* convencional, revelou que 17 (21.0%) dos casos com espaço tíbiotalar medial < 4 mm não apresentavam rotura do LD na imagem ecográfica; enquanto todas as roturas do feixe superficial e a maioria do profundo e 22 (64.7%) das roturas de ambos os feixes, tinham um espaço tíbiotalar medial entre 4 - 4.9 mm e todas eram lesões parciais; um espaço ≥ 5 mm correspondia a roturas de ambos os feixes do LD em 27 (96.4%); contudo, apenas 8 (12.5%) eram disrupções completas. Houve uma muito forte relação entre estes dois instrumentos de avaliação (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Figura 40).

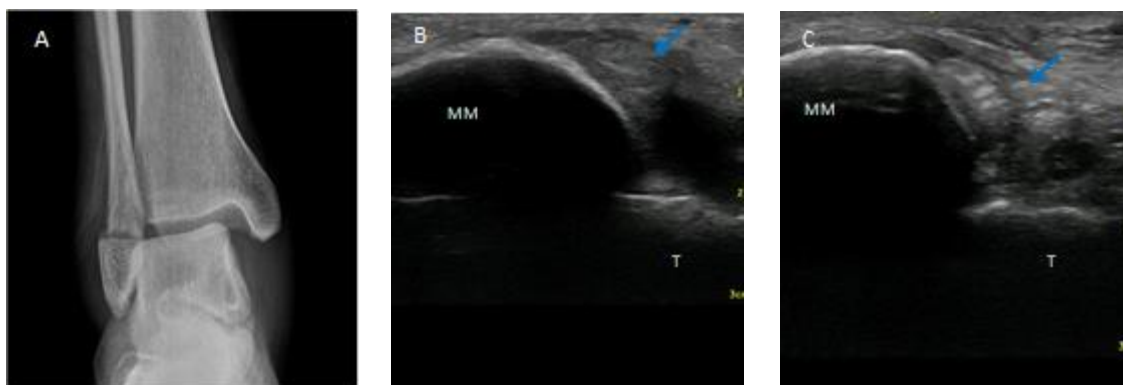


Fig. 40. Fratura 44B3.1. A: teste *stress* gravitacional, espaço medial 9.2 mm; B e C: ecografia - perda da normal continuidade fibrilar com ecogenecidade heterogênea, rotura proximal, completa de ambos os feixes. Legenda: MM = Maléolo Medial T = Talus

O espaço tíbiotalar medial nos indivíduos sem lesão do LD foi de 2.7 ± 0.5 (Min 2.0 e Max 3.4) e intervalo de confiança de 95% de 2.5 - 2.9; enquanto, com rotura do LD foi de 5.9 ± 3.4 (Min 4.0 e Max 23.0) e intervalo de confiança de 95% de 5.0 - 6.7, indicando uma diferença estatisticamente significativa (teste Mann-Whitney; $p = 0,000$) (Tabela 8).

Teste Ecografia		Teste de <i>Stress</i> gravitacional					
		Sem lesão	Lesão ligamento deltoide		Espaço tíbiotalar medial		
		< 4 N (%)	4-4.9 N (%)	> 5 N (%)	mm±dp	95% CI	Min-Max
Tipo feixe	Integro	17 (89.5)	0	0	2.7±0.5	2.5-2.9	2.0-3.4
	Superficial	0	7(20.6)	0	4.2±0.3	3.9-4.5	4.0-4.8
	Profundo	0	5(14.7)	1(3.6)	4.5±0.6	3.8-5.1	4.0-5.6
	Ambos feixes	2(10.5)	22(64.7)	27(96.4)	6.2±3.6	5.2-7.2	2.9-23.0
Integridade	Integro	17(89.5)	0	0	2.7±0.5	2.5-2.9	2.0-3.4
	Parcial	2(10.5)	34(100)	20(71.4)	5.2±2.4	4.6-5.9	2.9-17.8
	Completa	0	0	8(28.6)	9.9±5.8	5.1-14.8	5.0-23.0
Localização	Proximal	2 (10.5)	31(91.2)	24(85.7)	5.5±2.6	4.8-6.2	2.9-17.8
	Medial	0	1(2.9)	1(3.6)	5.0±1.3	-6.4-16.4	4.1-5.9
	Distal	0	2(5.9)	3(10.7)	9.2±7.8	-0.6-18.9	4.6-23.0
Total		19(100)	34(100)	28(100)	81(100)		
Valor p		0.000 ^a	0.000 ^a	0.000 ^a	0.000 ^c		

Tabela 8. Análise comparativa entre o teste de *Stress* gravitacional e o teste de ecografia.

Legenda: dp = desvio padrão; CI = intervalo de confiança; Min-Max = mínimo-máximo; valor p^a = teste χ^2 ; valor p^c = Kruskal-Wallis

Se considerarmos o teste *stress* gravitacional como verdade no que diz respeito ao estado de lesão do ligamento deltoide, podemos concluir que a sensibilidade definida como a proporção de indivíduos com lesão do ligamento deltoide e corretamente identificados

como positivo pela ecografia, e a especificidade do teste como a proporção de indivíduos sem lesão do ligamento deltoide, corretamente identificados como negativo pela ecografia, foi de 100% e de 90% respetivamente. Obtivemos um valor preditivo positivo de 97%, indicando haver 2 (3%) falsos positivos, enquanto o seu valor preditivo negativo foi de 100%, havendo probabilidade de normalidade em todos os casos em que o teste foi negativo (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 9).

E c o g r a f i a	Lesão do ligamento deltoide				Teste Ecografia	
		Com lesão	Sem lesão	Total	Sensibilidade	100%
	Teste +	VP = 62	FP = 2	64	Especificidade	90%
	Teste -	FN = 0	VN = 17	17	Valor preditivo positivo	97%
	Total	62	19	81	Valor preditivo negativo	100%

Tabela 9. Comparação dos resultados de um teste dicotómico com o estado do ligamento deltoide; teste χ^2 ; $p = 0,000$

Comparando a ultrassonografia e radiografia *stress* gravitacional, encontrámos uma sensibilidade de 100% vs 97%, uma especificidade de 90% vs 100%, um valor preditivo positivo de 97% vs 100% e um valor preditivo negativo de 100% vs 90%, respetivamente. As imagens radiográficas do teste de *stress* gravitacional gravadas digitalmente no sistema IMPAX®, foram analisadas no final do protocolo em estudo, em tempo diferente pelo investigador e por quatro observadores independentes, cegos para o resultado prévio. Houve uma muito forte relação na concordância entre o primeiro observador e os observadores independentes com teste χ^2 ; $p = 0,000$, respetivamente (Tabela 10).

G r a v i t a c i o n a l	Medição espaço tíbiotalar medial						
		Intraobservador			Interobservador		
		< 4mm	4-4.9mm	≥ 5mm	< 4mm	4-4.9mm	≥ 5mm
	< 4mm	<u>19</u>	0	0	<u>19</u>	0	0
	4-4.9mm	0	<u>34</u>	0	0	<u>29</u>	5
	≥ 5mm	0	0	<u>28</u>	0	0	<u>28</u>
	Total	19(23.5)	34(42.0)	28(36.6)	19(23.5)	29(35.8)	33(40.7)
	Valor p	0,000			0,000		

Tabela 10. Concordância no *stress* gravitacional, variação entre observadores. O tracejado assinala a concordância; valor p = teste χ^2

A fiabilidade destas três variáveis, avaliada pelo “*Intraclass Correlation Coefficient*”, usando o cálculo em SPSS “*Single-Rating*”, “*Absolute-Agreement*”, “*2-Way Mixed -Effects Model*”, foi de 0.995, com 95% intervalo de confiança de 0.992 - 0.997, respetivamente. O valor ICC, o 95% intervalo de confiança e o teste χ^2 , são discriminados para cada variável na tabela 11.

N = 81	Teste <i>stress</i> gravitacional		
Variável	Intraobservador	Interobservador	Total ICC
Espaço medial	0.998	0.993	0.995
	0.996 - 0.999	0.987 - 0.995	0.992 - 0.997
	0,000	0,000	0,000

Tabela 11. Teste *stress* gravitacional: fiabilidade entre intraobservador e interobservador.

Legenda: 1ª linha: ICC *Intraclass Correlation Coefficient*; 2ª linha: 95% intervalo de confiança; 3ª linha: valor p = teste χ^2

Os valores obtidos de concordância intra e interobservador foram de quase perfeitos e a fiabilidade foi considerada como excelente (Landis & Koch, 1977; Portney & Watkins, 2000).

As imagens ecográficas gravadas, foram analisadas no final do protocolo em estudo, em tempo diferente pelo investigador e por um observador independente, radiologista com experiência em ecografia musculo esquelética, cegos para os resultados prévios.

Avaliámos a fiabilidade intra e interobservador; a concordância entre os dois observadores foi: 1 - tipo de feixe do LD: sete (100%) superficial, quatro (66.7%) profundo e 46 (90.2%) de ambos os feixes; 2 - Integridade: 51 (91.1%) parciais e sete (87.5%) eram roturas completas; 3 - localização: 56 (100%) eram proximais e 5 (83.3%) distais (Tabela 12).

N = 81		Teste Ecografia								
		Tipo de feixe				Integridade		Localização		
		Sup	Prof	Ambos	Integro	Parcial	Comp	Proximal	Medial	Distal
Total		7	6	51	17	56	8	56	2	6
Intraobservador		7	4	46	17	54	7	56	0	5
Interobservador		7	4	46	16	51	7	56	0	5

Tabela 12. Concordância no teste ecográfico, variação entre observadores (tipo de feixe; integridade; localização)
Legenda: Sup = superficial; Prof = profundo; Comp = completa; valor p = teste χ^2

A fiabilidade do teste para as três variáveis, avaliada pelo valor Kappa *statistic* e o valor p do teste χ^2 , para cada variável são descritos na tabela 13.

Teste Ecografia				
Variáveis	Intraobservador		Interobservador	
	Kappa	Valor p	Kappa	Valor p
Tipo de feixe (Superficial, Profundo, Ambos)	0.848	0,000	0.827	0,000
Integridade (Integro, Parcial, Completa)	0.920	0,000	0.820	0,000
Localização (Proximal, Medial, Distal)	0.919	0,000	0.858	0,000

Tabela 13. Teste ecografia: fiabilidade entre intraobservador e interobservador. Legenda: valor Kappa *statistic* e valor p = teste χ^2

Na ecografia, os valores obtidos de concordância e a fiabilidade intra e interobservador foram de quase perfeitos para todas as variáveis em estudo.

9.4 ANÁLISE INTRAOPERATÓRIA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E O TESTE *STRESS* ROTAÇÃO EXTERNA MANUAL

Como ferramenta de avaliação de estabilidade, foi realizado no bloco operatório, o teste de *stress* rotação externa manual (SREM), com visualização em intensificador de imagem, marca Philips. A amostra correspondeu a 115 (78.8%) doentes, 42 do género masculino e 73 do feminino, com uma média de idades de 55.3 ± 18.6 anos, com mínimo de 14 e o máximo de 91 anos. Registaram-se os seguintes valores: Espaço tíbiotalar medial < 4 mm em 27 (23.8%), 4 - 4.9 mm em 36 (31.3%) e ≥ 5 mm em 52 (45.2%) em fraturas do tipo 44A em 9 (7.8%); 44B em 91 (79.1%) e 44C em 15 (13.0%) (teste χ^2 ; $p = 0,026$).

Verificámos assim, instabilidade medial em 88 (76.5%) indivíduos, que correspondiam a fraturas tipo 44A em 3 (3.4%); 44B em 74 (84.1%) e 44C em 11 (12.5%). A descrição por subtipo é apresentada no quadro 14. Houve uma associação com significado estatístico entre o grau de estabilidade e o tipo de fratura (teste χ^2 ; $p = 0,013$); assim como uma muito forte associação com significado estatístico entre o tipo de osteossíntese e a fratura (teste χ^2 ; $p = 0,000$).

A reparação cirúrgica das fraturas maleolares respeitou os princípios básicos de osteossíntese preconizados pela *AO Foundation*, e pela generalidade da comunidade ortopédica, nomeadamente a redução anatómica, fixação estável e preservação da irrigação sanguínea.

Nos indivíduos com espaço tíbiotalar medial < 4 mm, efetuámos essencialmente: redução cruenta e osteossíntese do maléolo lateral e medial em 15 (55.6%); nos com um espaço tíbiotalar medial 4 - 4.9 mm e ≥ 5 mm, efetuámos predominantemente: redução cruenta e osteossíntese do maléolo lateral em 25 (69.4%) e em 34 (65.4%), respetivamente. Houve

uma muito forte associação com significado estatístico entre o grau de estabilidade e o tipo de osteossíntese (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 14).

N = 115		Teste de <i>Stress</i> Rotação Externa Manual								
Classificação		Espaço tíbiotalar medial antes cirurgia			Tratamento N (%)				Espaço tíbiotalar medial após osteossíntese	
Tipo		< 4	4-4.9	≥ 5	ML	ML+MM	ML+MM+MP	Sutura LTPAI	4-4.9	≥ 5
Totais N (%)		27(23.5)	36(31.3)	52(45.2)	62(53.9)	40 (34.8)	13 (11.3)	43(37.4)	29(25.2)	5(4.3)
A1.3	3(2.6)	1(0.9)	1(0.9)	1(0.9)	3(2.6)			1(0.9)		
A2.2	2(1.7)	2(1.7)				2(1.7)				
A3.1	1(0.9)	1(0.9)				1(0.9)				
A3.2	3(2.6)	2(1.7)	1(0.9)			3(2.6)			1(3.4)	
B2.1	31(27.0)	1(0.9)	13(11.3)	17(14.8)	31(27.0)			8(7.0)		1(20.0)
B2.2	2(1.7)		1(0.9)	1(0.9)		2(1.7)			2(6.9)	
B2.3	20(17.4)	1(0.9)	9(7.8)	10(8.7)	16(13.9)	4(3.5)		13(11.3)	6(20.7)	
B3.1	5(4.3)		2(1.7)	3(2.6)	4(3.5)		1(0.9)	3(2.6)	2(6.9)	1(20.0)
B3.2	6(5.2)	4(3.5)	1(0.9)	1(0.9)		6(5.2)		1(3.4)	2(6.9)	
B3.3	27(23.5)	11(9.6)	4(3.5)	12(10.4)	3(2.6)	14(12.2)	10(8.7)	15(13.0)	11(37.9)	1(20.0)
C1.1	2(1.7)		2(1.7)		2(1.7)			1(3.4)	1(3.4)	
C1.3	5(4.3)	2(1.7)	1(0.9)	2(1.7)	1(0.9)	3(2.6)	1(0.9)	1(3.4)	1(3.4)	
C2.1	1(0.9)			1(0.9)	1(0.9)					
C2.2	3(2.6)	2(1.7)		1(0.9)		3(2.6)				1(20.0)
C2.3	1(0.9)			1(0.9)		1(0.9)				1(20.0)
C3.1	1(2.6)			1(0.9)	1(0.9)				1(3.4)	
C3.3	2(1.7)		1(0.9)	1(0.9)		1(0.9)	1(0.9)		2(6.9)	
Valor p		0,013			0,000			0,711	0,000	

Tabela 14. Análise do teste de *Stress* Rotação Externa Manual nos doentes operados; relação entre o grau de estabilidade, o método de osteossíntese e o tipo de fratura.

Legenda: ML = maléolo lateral; MM = maléolo medial; MP = maléolo posterior; LTPAI = reinserção ligamento tíbioperonial ântero-inferior; valor p = teste χ^2

Após osteossíntese persistiu instabilidade medial em 34 (29.5%) dos doentes. Não houve qualquer associação com significado estatístico entre o grau de estabilidade e o tipo de osteossíntese (teste χ^2 ; $p = 0,125$), (Tabela 15). Contudo, se analisarmos a relação com o tipo de fratura encontramos uma muito forte associação, nos casos com espaço tíbiotalar medial entre 4 - 4.9 mm, em todas as fraturas 44B2.2, em 6 (17.6%) fraturas 44B2.3 e em 11 (32.4%) 44B3.3; enquanto que, nos casos com espaço tíbiotalar medial ≥ 5 ,

encontravam-se distribuídas de forma igual como 44B2.1, 44B3.1, 44B3.3, 44C2.2 e 44C2.3 (teste χ^2 ; $p = 0,000$).

N = 115		Teste de <i>Stress</i> Rotação Externa manual					
	Espaço medial antes	Osteossíntese N (%)					Espaço medial após osteossíntese
		ML	ML+MM	ML+MM+MP	MM	MM+MP	
		62(53.9)	36(31.3)	13 (11.3)	2(1.7)	2(1.7)	
< 4	27	3(11.1)	15(55.6)	7(25.9)	2(7.4)		81(70.4)
4 - 4.9	36	25(69.4)	8(22.2)	2(5.6)		1(2.8)	29(25.2)
≥ 5	52	34(65.4)	13(25.0)	4(7.7)		1(1.9)	5(4.3)
Valor p		0,000					0,125

Tabela 15. Análise do teste de *stress* rotação externa manual nos doentes operados, relação do grau de estabilidade antes e após osteossíntese. Legenda: ML = maléolo lateral; MM = maléolo medial; MP = maléolo posterior; Espaço medial = espaço tíbiotalar medial; valor p = teste χ^2

Efetuaram ecografia 115 (78.8%) doentes com fratura maleolar, não houve registo de rotura em 22 (19.1%), apesar de documentado a presença de derrame/hematoma periligamentar. Foi documentado lesão do ligamento deltoide em 93 (80.9%): 10 (10.8%) do feixe superficial; 20 (21.5%) do profundo, 63 (67.7%) de ambos os feixes (χ^2 $p = 0,000$).

Observámos que a rotura do LD era parcial em 85 (91.4%) e completa em 8 (8.6%); (teste χ^2 ; $p < 0,001$). A maioria das roturas eram proximais 84 (90.3%) (teste χ^2 ; $p = 0,000$). Em relação ao predomínio de feixes envolvidos, mais de metade 63 (67.7%) apresentavam rotura do TN, TS, TC e do TTPP (teste χ^2 ; $p = 0,000$).

Adicionalmente à lesão do LD, diagnosticámos instabilidade dos ligamentos sindesmóticos em 72 (62.6%), classificada como 44B em 57 (79.2%) e 44C em 15 (20.8%). Do tipo 44B, 43 (75.4%) eram fraturas Wagstaff-Le Fort, a maioria classificadas como 44B2.3 e 44B3.3. Houve uma relação com significado estatístico entre o tipo de fratura e a lesão da sindesmose (teste χ^2 ; $p = 0,020$).

Deste modo a avaliação da competência do ligamento deltoide, utilizando como método de diagnóstico a ecografia, quando comparada com o teste *stress* manual, revelou que 22 (81.5%) dos casos com espaço tíbiotalar medial < 4 mm não apresentavam rotura do LD na imagem ecográfica; dos que tinham um espaço tíbiotalar medial entre 4 - 4.9 mm, 20 (55.6%) apresentavam rotura de ambos os feixes, sendo todas parciais e a maioria 33 (91.7%) eram roturas proximais; enquanto que, um espaço ≥ 5 mm, correspondia a roturas predominantemente de ambos os feixes do LD, 41 (78.9%), sendo maioritariamente parciais em 44 (84.6%), apenas 8 (15.4%) eram disrupções completas, e eram proximais à sua inserção no maléolo medial 46 (88.5%). Houve uma muito forte relação com significado estatístico, entre estes dois instrumentos de avaliação (teste χ^2 ; $p = 0,000$).

O espaço tíbiotalar medial nos indivíduos sem lesão do LD foi de 3.0 ± 0.7 (1.0 - 3.9), com 95% intervalo de confiança de 2.6 - 3.3; enquanto, com rotura do LD foi em média de 6.1 ± 2.8 (Min 4.0 e Max 17.7) e intervalo de confiança de 5.5 - 6.7, indicando um diferença estatisticamente significativa (teste Mann-Whitney; $p = 0,000$), (Tabela 16).

Teste Ecografia		Teste de <i>Stress</i> Rotação Externa manual					
		Sem lesão	Com lesão		Espaço tíbiotalar medial		
		< 4 (%)	4-4.9 (%)	> 5 (%)	mm \pm dp	95% CI	Min-Max
Tipo feixe	Integro	22(81.5)	0	0	3.0 \pm 0.7	2.6-3.3	1.0-3.9
	Superficial	2(7.4)	7(19.4)	1(1.9)	4.3 \pm 0.5	3.9-4.7	3.4-5.2
	Profundo	1(3.7)	9(25.0)	10(19.2)	5.2 \pm 1.2	4.6-5.7	3.2-7.7
	Ambos	2(7.4)	20(55.6)	41(78.9)	6.4 \pm 3.2	5.6-7.2	3.7-17.7
Integridade	Integro	22(81.5)		0	3.0 \pm 0.7	2.6-3.3	1.0-3.9
	Parcial	5(18.5)	36(100)	44(84.6)	5.5 \pm 2.0	5.0-5.9	3.2-17.0
	Completa	0	0	8(15.4)	10.8 \pm 4.6	6.9-14.6	6.4-17.7
Localização	Proximal	5(18.5)	33(91.7)	46(88.5)	5.8 \pm 2.6	5.3-6.4	3.2-17.7
	medial	0	1(2.8)	3(5.8)	5.3 \pm 0.9	3.8-6.8	4.2-6.4
	Distal	0	2(5.6)	3(5.8)	7.9 \pm 5.6	1.0-14.8	4.5-17.7
Total					115		
Valor p		0,000 ^a	0,000 ^a	0,000 ^a	0,000 ^c		

Tabela 16. Análise intraoperatória comparativa entre a ecografia e o teste *stress* rotação externa manual.

Legenda: dp = desvio padrão; CI = intervalo de confiança; Min-Max = mínimo-máximo; valor p^a = teste χ^2 ; valor p^c = Kruskal-Wallis

Se considerarmos o teste *stress* rotação externa manual como verdade no que diz respeito ao estado de lesão do ligamento deltoide, podemos concluir que a sensibilidade e a especificidade do teste ecografia foi de 100% e 82% respetivamente, enquanto o valor preditivo positivo e negativo foi de 95% e 100% respetivamente. Houve registo de 5 falsos positivos. Houve uma muito forte relação com significado estatístico, entre estes dois instrumentos de avaliação (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 17).

E c o g r a f i a	Lesão do ligamento deltoide				Teste Ecografia	
		Com lesão	Sem lesão	Total	Sensibilidade	100%
	Teste +	VP = 88	FP = 5	93	Especificidade	82%
	Teste -	FN = 0	VN = 22	22	Valor preditivo positivo	95%
	Total	88	27	115	Valor preditivo negativo	100%

Tabela 17. Comparação dos resultados de um teste dicotómico com o estado do ligamento deltoide; teste χ^2 ; valor $p = 0,000$

As imagens radiográficas do teste *stress* rotação externa manual foram gravadas digitalmente no sistema IMPAX® (N = 65) e analisadas no final do protocolo em estudo, em tempo diferente pelo investigador e por quatro observadores independentes, cegos para o resultado prévio.

Houve uma muito forte relação na concordância entre o primeiro observador e os observadores independentes, respetivamente (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 18).

S t r e s s M a n u a l	Teste <i>stress</i> rotação externa manual						
		Intraobservador			Interobservador		
		< 4mm	4-4.9mm	≥ 5mm	< 4mm	4-4.9mm	≥ 5mm
	< 4mm	<u>4</u>	0	0	<u>4</u>	0	0
	4 - 4.9mm	0	<u>25</u>	0	1	<u>20</u>	4
	≥ 5mm	0	0	<u>36</u>	0	2	<u>34</u>
	Total	4(6.2)	25(38.5)	36(55.4)	5(7.7)	22(33.8)	38(58.5)
	Valor p	0,000			0,000		

Tabela 18. Concordância no teste *stress* rotação externa manual, variação entre observadores. O tracejado assinala a concordância; valor $p =$ teste χ^2

A fiabilidade do teste *stress* rotação externa manual, foi avaliada pelo “*Intraclass Correlation Coefficient*”, usando o cálculo em SPSS “*Single-Rating*”, “*Absolute-Agreement*”, “*2-Way Mixed -Effects Model*”. Foi em média de 0.996, com 95% intervalo de confiança de 0.994 - 0.997, e valor p do teste χ^2 de 0,000. O valor ICC, o intervalo de confiança e o valor p do teste χ^2 , são discriminados para cada variável na tabela 19.

Teste <i>stress</i> rotação externa manual			
Variável	Intraobservador	Interobservador	Total ICC
Espaço	0.998	0.994	0.996
tibiotalar	0.997-0.999	0.990-0.996	0.994-0.997
medial	0,000	0,000	0,000

Tabela 19. Teste *stress* rotação externa manual: fiabilidade entre Intraobservador e interobservador.

Legenda: 1ª linha: ICC *Intraclass Correlation Coefficient*; 2ª linha: 95% intervalo de confiança; 3ª linha: valor p = teste χ^2

Os valores obtidos de concordância intra e interobservador foram de quase perfeitos e a fiabilidade foi considerada como excelente.

As imagens ecográficas gravadas, foram analisadas no final do protocolo em estudo, em tempo diferente pelo investigador e por um observador independente, radiologista com experiência em ecografia musculoesquelética, ambos cegos para os resultados prévios.

Avaliámos a fiabilidade intra e interobservador; verificando-se uma concordância entre os dois observadores de: 1 - tipo de feixe do LD: sete (100%) superficial, quatro (66.7%) profundo e 46 (90.2%) ambos os feixes; 2 - Integridade: 51 (91.1%) parciais e sete (87.5%) roturas completas; 3 - localização: 57 (100%) proximais e 5 (100%) distais (teste χ^2 ; p = 0,000), (Tabela 20).

Teste Ecografia										
	Tipo de feixe				Integridade		Localização			Valor p
	Sup	Prof	Ambos	Integro	Parcial	Comp	Proximal	Medial	Distal	
Totais	7	6	51	1	56	8	57	2	5	
Intraobservador	7	4	46	1	54	7	57	-	5	0,000
Interobservador	7	4	46	1	51	7	57	-	5	0,000

Tabela 20. Concordância no teste ecográfico, variação entre observadores (tipo de feixe; integridade; localização)

Legenda: Sup = superficial; Comp = completa; valor p = teste χ^2

Quando consideramos a fiabilidade intra e interobservador destas três variáveis, avaliada pela Kappa *statistic*, obtivemos valores de 0.728 para o tipo de feixes, 0.818 e 0.679 para integridade e 0.854 e 0.844 para a localização, respetivamente. Obtivemos em todos significância estatística (teste χ^2 ; p = 0,000). A fiabilidade intra e interobservador variou de boa a quase perfeita (Landis & Koch, 1977), (Tabela 21).

Teste Ecografia				
Variáveis	Intraobservador		Interobservador	
Tipo de feixe (Superficial, Profundo, Ambos)	0.728	0,000	0.728	0,000
Integridade (Integro, Parcial, Completa)	0.818	0,000	0.679	0,000
Localização (Proximal, Medial, Distal)	0.854	0,000	0.844	0,000

Tabela 21. Teste ecografia: fiabilidade entre intraobservador e interobservador. Legenda: 1ª coluna: valor Kappa *statistic*; 2ª coluna: valor p = teste χ^2

9.5 AVALIAÇÃO INTRAOPERATÓRIA COM RECURSO À ECOGRAFIA DA NECESSIDADE DE REPARAÇÃO DO LIGAMENTO DELTOIDE

Da amostra em estudo, de um total de 115 (78.8%) fraturas maleolares com indicação cirúrgica, 93 (80.9%) apresentavam lesão do LD (teste χ^2 ; p = 0,000), destas 30 (32.3%) estavam associadas a fratura do maléolo medial, classificadas predominantemente como 44B2.2, 44B2.3, 44C1.3, 44C2.2, 44C2.3, 44C3.3 (teste χ^2 ; p = 0,680). Quanto ao tipo de lesão 14 (46.7%) eram do TTPP, 13 (43.3%) TN e TTPP e 3 (10%) do TN (teste χ^2 ; p = 0,000).

A média do espaço tibiotalar medial foi de 5.3 ± 1.3 (Min 3.2 e Max 7.7), (teste Mann-Whitney; $p = 0,000$). Sem diferenças entre grupos (teste χ^2 ; $p = 0,091$).

A reparação cirúrgica das fraturas maleolares respeitou os princípios básicos de osteossíntese preconizados pela *AO Foundation*, nomeadamente a redução anatómica, fixação estável e preservação da irrigação sanguínea.

Em todos os doentes procedeu-se à redução cruenta e osteossíntese da fratura maleolar lateral com placa terço de cana 3.5, colocada segundo técnica de anti deslizamento na face posterior do osso, providenciando a estabilidade necessária. Seguiu-se a redução e osteossíntese da fratura medial, utilizando parafusos de esponjosa com anilha; nas fraturas associadas do maléolo posterior com um gap de 2 mm após manobras de redução incruenta, e independentemente do tamanho do fragmento ósseo, efetuámos por via póstero-lateral a redução e osteossíntese com placa terço de cana ou parafusos canulados 4.0.

Após osteossíntese das fraturas, efetuámos novo controlo ecográfico nas fraturas isoladas maleolares e nas restantes avaliámos o LD por exploração direta, ou pela realização do teste *stress* rotação externa manual (Tabela 22).

N = 115		Lesão do ligamento deltoide			
Antes cirurgia		Após osteossíntese			
		Grupo I		Grupo II	
		lesão	Sem lesão	lesão	Sem lesão
	lesão	17	34	17	26
	Sem lesão	0	6	0	15
Total		17(29.8)	40(70.2)	17(29.3)	41(70.7)
Valor p		0,241		0,148	

Tabela 22. Avaliação intraoperatória da competência do ligamento deltoide antes e após cirurgia nos dois grupos; valor $p =$ teste χ^2

Os testes foram considerados positivos quando se observou em ecografia vs “*in loco*” aparente desorganização com interrupção evidente do(s) feixe(s), ou se espaço tibiotalar medial entre 4 - 4.9 mm e ≥ 5 mm; verificámos em 34 (29.5%) persistência de instabilidade articular medial.

Nestes casos, no grupo I, realizámos a sutura do ligamento deltoide, restaurando assim a sua normal anatomia osteo-ligamentar (Figura 41-44). Deste modo, procedeu-se em 17 (29.8%) à sutura do LD, em 7 (12.3%) com âncora com fio não reabsorvível, correspondendo a casos com rotura completa (teste χ^2 ; $p = 0,000$) de ambos os feixes (teste χ^2 ; $p = 0,258$), sendo seis proximais à sua inserção no maléolo medial (10.5%) e uma (1.8%) distal na sua inserção no astrágalo (teste χ^2 ; $p = 0,532$).

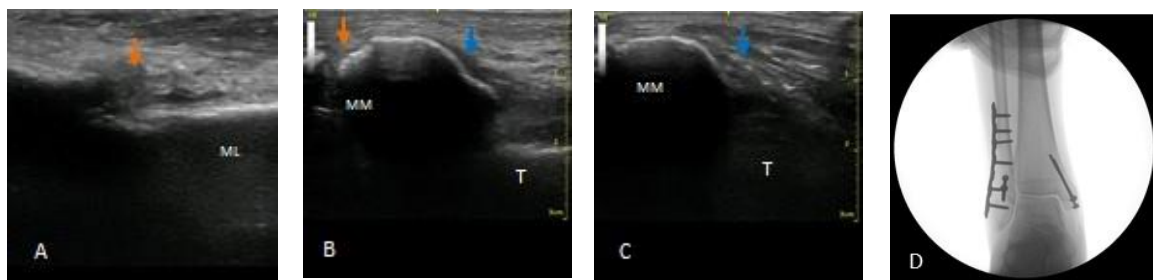


Fig.41. A: Fratura 44B3.3 (u) 2,5a,9; B: rotura completa do feixe profundo do LD; C: reorganização das fibras por sutura simples trans-óssea; D: teste *stress* manual confirma estabilidade. Legenda: seta laranja indica o traço de fratura no maléolo lateral e medial; a seta azul indica o feixe do ligamento deltoide

Estes casos foram classificados como 44B2.3 em dois (28.6%), 44B3.1 em três (100%), 44B3.3 em um (7.1%) e C3.1 em um (100%); enquanto, nos restantes 10 (17.5%) foi efetuado pontos com sutura trans-óssea, por rotura parcial do feixe posterior em três (5.3%) e de ambos os feixes do LD em sete (12.3%) associado a fratura do maléolo medial cominutiva 44B2.2 em um (100.0%), 44B2.3 em um (10.0%), 44B3.3 em sete (50.0%) e 44C1.3 em um (33.3%). Houve uma muito forte associação com significado estatístico entre a incompetência do LD e o tipo de fratura (teste χ^2 ; $p = 0,000$).

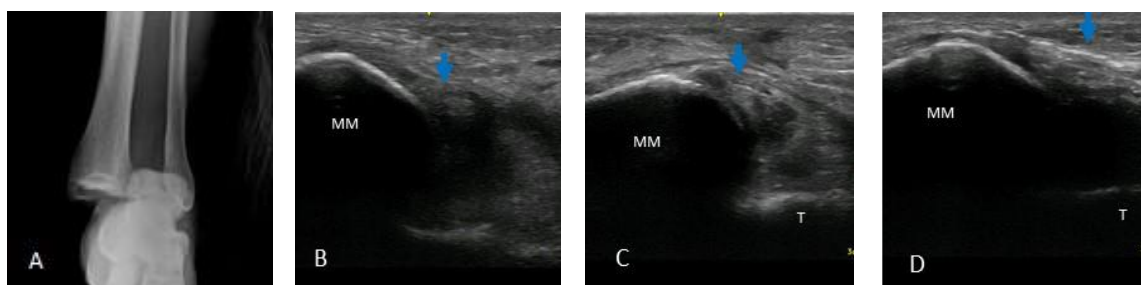


Fig. 42. A: Fratura 44C3.1 (p, r) 2,5d,8e; B: rotura completa do feixe superficial do LD; C: rotura completa do feixe profundo do LD; D: reorganização da fibras por sutura com âncora

No grupo I, observámos ainda instabilidade sindesmótica em 33 (57.9%) fraturas, das quais 22 (38.6%) eram disrupções do LTPAI, devidamente reinseridas (teste χ^2 ; $p = 0,575$).

Nos doentes suturados com âncora, em três (42.8%) houve necessidade de estabilização com parafuso sindesmótico adicional (teste χ^2 ; $p = 0,000$); correspondendo a fraturas 44B3.3 e 44C3.1 com rotura completa, e ainda noutro 44B2.3 por fragilidade óssea (teste χ^2 ; $p = 0,061$).

Após estes procedimentos foi efetuado no Grupo I, novo controlo ecográfico, para avaliação da orientação das fibras ligamentares, comprovando-se boa reorganização em todos os casos.

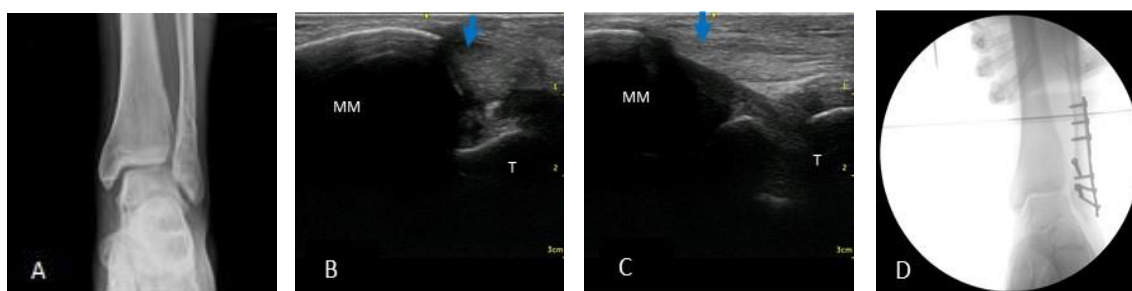


Fig. 43. A: Fratura 44B2.3 (r, u) 1; B: rotura proximal, parcial do feixe profundo; C: reorganização das fibras após osteossíntese; D: o teste *stress* manual confirmou a estabilidade

No grupo II, em 17 (29.3%) indivíduos, procedeu-se à redução do espaço sindesmótico com um ou dois parafusos 3.5 mm a quatro corticais (teste χ^2 ; $p = 0,000$). Os que tinham um espaço tibiotalar medial entre 4 - 4.9 mm foram classificados como 44A3.2 em um (100%), 44B2.2 em um (100%), 44B2.3 em três (30.0%), 44B3.2 em um (20.0%), 44B3.3 em cinco

(38.5%), 44C1.1 em um (100%), 44C3.3 em duas (100%); nos com espaço tibiotalar medial ≥ 5 mm, foram classificados como 44B2.1 em um (7.1%), 44C2.2 em um (50%) e 44C2.3 em um (100%) doente. Houve uma forte associação com significado estatístico entre a persistência de lesão do LD e o tipo de fratura (teste χ^2 ; $p = 0,003$).

Em três (17.6%) doentes idosos com osteoporose e espaço tibiotalar < 4 mm, associámos dois parafusos sindesmóticos aumentando a rigidez da montagem.

Foi efetuado novo teste de avaliação do grau de estabilidade, registando-se em todos um espaço tibiotalar medial final < 4 mm, indicador de estabilidade.

Observámos ainda instabilidade sindesmótica em 39 (67.2%), dos quais 21 (36.2%) eram disrupções do LTPAI, devidamente reinseridas; destas, apenas em cinco (12.8%) persistiu instabilidade. Houve uma forte associação entre o grau de estabilidade após osteossíntese e a presença de lesão sindesmótica (teste χ^2 ; $p = 0,003$).

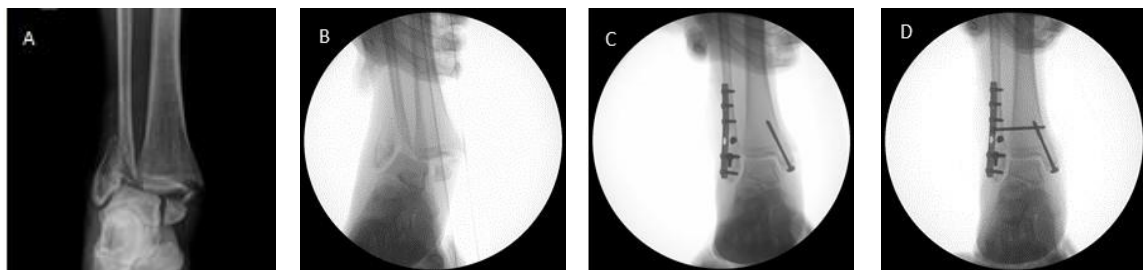


Fig. 44. A: Fratura 44B3.3 (u) 2,5a; B: teste *stress* manual, espaço tibiotalar medial 6.4 mm; C: após osteossíntese instabilidade residual; D: após estabilização com parafuso sindesmótico, teste *stress* manual final confirmou a estabilidade

No grupo I (após osteossíntese) o espaço tibiotalar medial nos indivíduos sem lesão do LD foi de 3.0 ± 0.6 (Min 1.6 e Max 4.0); enquanto, com rotura do LD foi de 4.5 ± 0.8 (Min 4.0 e Max 6.9), indicando uma evidência muito forte de diferença estatisticamente significativa (teste Mann-Whitney; $p = 0,000$). Enquanto no grupo II (após osteossíntese) o espaço tibiotalar medial nos indivíduos sem lesão do LD foi de 2.9 ± 0.7 (Min 1.0 e Max 3.9) e com

rotura do LD foi de 4.5 ± 0.6 (Min 4.0 e Max 6.1), indicando uma evidência muito forte de diferença estatisticamente significativa (teste Mann-Whitney; $p = 0,000$) (Tabela 23).

Avaliação radiográfica intraoperatória									
		Grupo I			N = 58		Grupo II		
		Stress	Após	Final			Stress	Após	Final
Lesão	Média	6.6±3.5	4.5±0.8	3.0±0.6	Lesão	Media	5.4±1.4	4.5±0.6	2.9±0,6
	95% CI	5.6-7.6	4.1-4.9	2.7-3.3		95% CI	5.0-5.9	4.2-4.9	2.5-3.2
	Min- Max	4.0-17.7	4.0-6.9	2.0-3.9		Min- Max	4.0-9.3	4.0-6.1	2.2-3.9
Sem lesão	Média	3.3±0.6	3.1±0.6	3.0±0.6	Sem lesão	Media	3.0±0.8	2.9±0.7	2.9±0.7
	95% CI	2.8-3.7	2.9- 3.3	2.9-3.3		95% CI	2.6-3.4	2.7-3.1	2.7-3.1
	Min- Max	2.2-3.9	1.6-4.0	1.6-3.9		Min- Max	1.0-3.9	1.0-3.9	1.0-3.9
Valor p		0,000	0,000	0,623	Valor p		0,000	0,000	0,560

Tabela 23. Comparação intraoperatória do espaço tibiotalar medial entre os dois grupos.

Legenda: N (%) = total doentes; Média = média do espaço tibiotalar medial (mm \pm desvio padrão); CI = 95% intervalo de confiança; Stress = teste stress rotação externa manual; Após = após osteossíntese; Final = após cirurgia; valor p = teste Mann-Whitney

No final da cirurgia a média do espaço tibiotalar medial foi no grupo I vs II, de 3.0 ± 0.6 vs 2.9 ± 0.7 . Não houve evidência de uma diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos (teste Mann-Whitney; $p = 0,116$).

9.6 ANÁLISE CLÍNICA E RADIOLÓGICA - INICIAL, SEIS MESES E APÓS O ANO SEGUIMENTO

9.6.1 Análise Clínica comparativa nos dois grupos

Foi efetuado a avaliação clínica e radiológica do grupo I e II no período compreendido entre 10 fevereiro de 2016 e 30 novembro de 2017, aos 6 meses e no final de seguimento. No grupo I, a média em dias de seguimento foi de 558.8 ± 200.9 dias (Min 216 e Max 1216) e 95% intervalo de confiança de 510.5 - 607; enquanto no grupo II foi de 597.9 ± 238.8 dias (Min 219 e Max 1384) e 95% intervalo de confiança de 540.5 - 655.2 dias (teste Mann-

Whitney; $p = 0,369$), sem diferenças com significado estatístico entre os dois grupos em estudo.

Na avaliação, realizada de acordo com a escala funcional da *American Orthopaedic Foot and Ankle Society* - AOFAS, obtivemos uma média: inicial de 18.9 ± 18.5 (Min 0 e Max 58) e 95% intervalo de confiança de 15.8 - 22.1, aos 6 meses de 89.5 ± 9.7 (Min 64 e Max 100), e 95% intervalo de confiança de 87.9 - 91.1, enquanto no final de seguimento de 93.6 ± 7.5 (Min 65 e Max 100) e 95% intervalo de confiança de 92.4 - 94.9. A avaliação por grupos encontra-se discriminada na figura 45 e na tabela 24.

Relativo aos resultados por grupos: a AOFAS, obteve no teste Kolmogorov-Smirnov um valor p de 0,000, rejeitando-se a hipótese de normalidade e no teste Levene verificámos a homogeneidade, sendo, por conseguinte, homocedásticas, existindo uma evidência de não diferença entre as variâncias nos dois grupos. O teste de Mann-Whitney mostrou que a distribuição foi a mesma entre as categorias do grupo I e II, não havendo evidência de uma diferença entre os dois grupos nos três períodos seleccionados ($p = 0,690$; $0,448$; $0,303$) respetivamente.

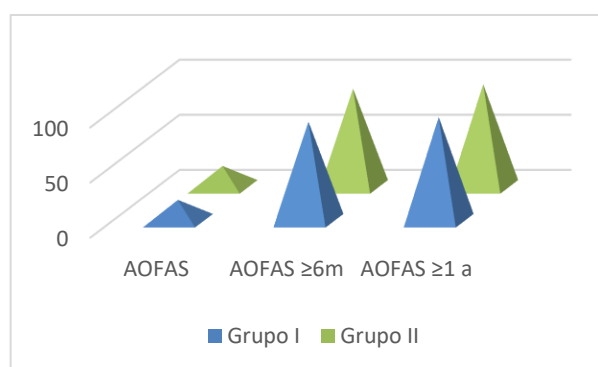


Fig. 45. Escala funcional da AOFAS, inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento

A escala analógica da dor - VAS (*Visual Analogue Scale*), foi utilizada como instrumento unidimensional para avaliar a intensidade da dor, registando-se uma média inicial de 74.5 ± 16.2 (Min 40 e Max 100) e 95% intervalo de confiança de 71.8 a 77.2. Aos 6 meses

obtivemos uma média de 19.1 ± 20.9 (Min 0 e Max 70) e 95% intervalo de confiança de 15.5 a 22.6 enquanto no final do seguimento registámos uma média de 15.4 ± 20.9 (Min 0 e Max 70) e 95% intervalo de confiança de 11.8 a 18.9. A avaliação por grupos encontra-se discriminada na figura 46 e na tabela 24.

Relativo aos resultados por grupos: a VAS, obtivemos no teste Kolmogorov-Smirnov um valor p de 0,000, rejeitando-se a hipótese de normalidade. O teste de Mann-Whitney mostrou que a distribuição foi a mesma entre as categorias do grupo I e II, não havendo evidência de uma diferença entre os dois grupos nos três períodos seleccionados ($p = 0,771$; 0,588; 0,110) respetivamente.

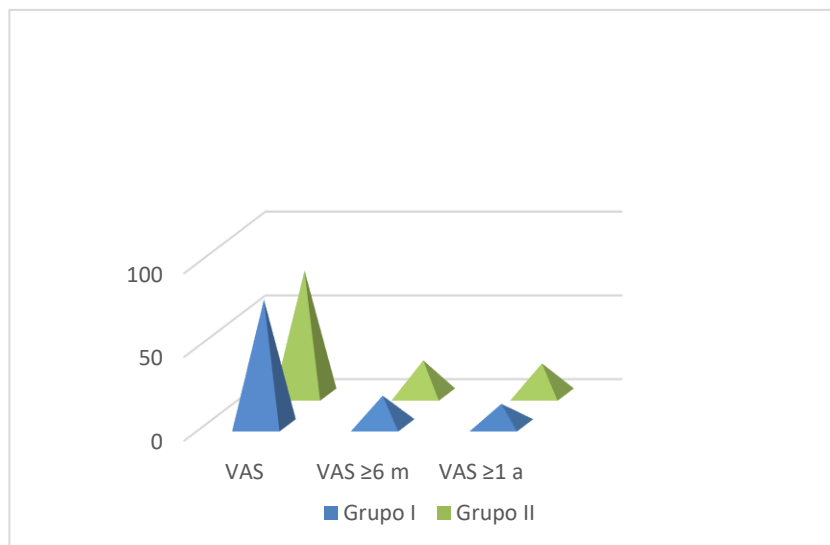


Fig.46. Escala analógica da dor - VAS, inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento

Com a utilização do questionário *EQ-5D (EuroQol-5)*, foi confirmada inicialmente a existência de problemas extremos (nível 3) em todos os indivíduos, com uma média de 0.013 ± 0.199 (Min -0.429 e Max 0.422) e 95% intervalo de confiança de -0.200 a 0.047.

Aos 6 meses obtivemos uma melhoria do estado de saúde, registando-se uma média de 0.679 ± 0.245 (Min 0.247 e Max 1) e 95% intervalo de confiança de 0.638 a 0.721, enquanto no final do seguimento se obteve uma média de 0.779 ± 0.244 (Min 0.247 e Max 1) e 95%

intervalo de confiança de 0.738 a 0.820. A avaliação por grupos encontra-se discriminada na figura 47 e tabela 24.

Relativo aos resultados por grupos: o *EQ-5D* (EuroQuol-5), obteve no teste Kolmogorov-Smirnov um valor p de 0,000, rejeitando-se a hipótese de normalidade. O teste de Mann-Whitney mostrou que a distribuição foi a mesma entre as categorias do grupo I e II, não havendo evidência de uma diferença entre os dois grupos nos três períodos selecionados ($p = 0,769; 0,395; 0,156$) respetivamente.

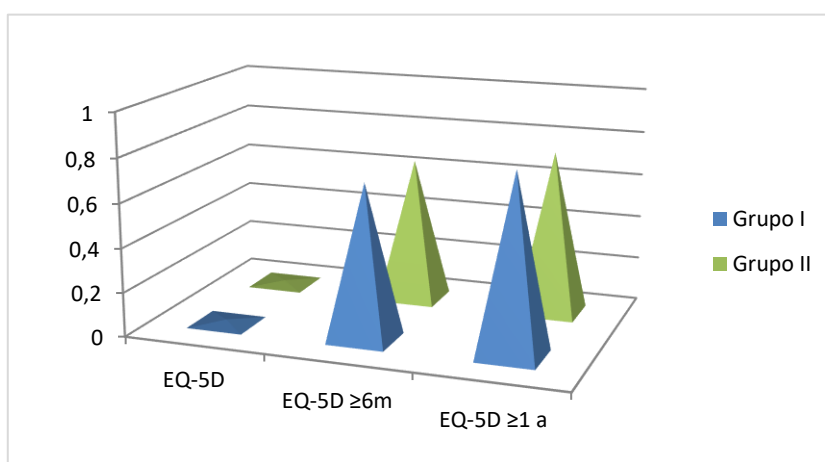


Fig.47. Escala *EQ-5D* inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento

Analisando a clínica (*AOFAS*, *VAS* e *EQ-5D*) na altura do trauma, a partir dos seis meses e no final do seguimento, com o estado do ligamento deltoide (com ou sem lesão), não houve uma evidência de uma diferença entre os dois grupos, com exceção no score *AOFAS* na primeira avaliação no grupo I (teste Mann-Whitney; $p = 0,007$). Contudo, sem associação com significado estatístico com o tipo de fratura (teste χ^2 ; $p = 0,349$); com a idade (teste χ^2 ; $p = 0,077$); ou com o género (teste χ^2 ; $p = 0,658$). A avaliação por grupos e o estado do ligamento deltoide encontra-se discriminada na tabela 25.

N = 146		Avaliação clínica por grupos				
		Grupo	Média±dp	95% CI	Min-Max	Valor p
AOFAS	Urgência	I	18.9±17.5	14.7-23.1	0-58	0,690
		II	18.9±19.6	14.2-23.7	0-58	
	≥ 6 meses	I	89.9±9.8	87.6-92.3	65-100	0,448
		II	89.1±9.7	86.8-91.4	64-100	
	≥ 1 ano	I	94.1±7.8	93.2-95.9	65-100	0,303
		II	93.1±7.2	91.4-94.9	77-100	
VAS	Urgência	I	75.1±16.1	71.2-78.9	40-100	0,771
		II	73.9±16.5	69.9-77.9	40-100	
	≥ 6 meses	I	17.7±20.5	12.8-22.6	0-70	0,588
		II	20.4±21.4	15.3-25.6	0-70	
	≥ 1 ano	I	12.8±20.3	7.9-17.6	0-70	0,110
		II	17.9±21.5	12.8-23.1	0-60	
EQ-5D	Urgência	I	0.150±0.186	-0.029-0.059	-0.429-0.422	0,769
		II	0.012±0.212	-0.389-0.063	-0.429-0.422	
	≥ 6 meses	I	0.701±0.246	0.642-0.760	0.247-1	0,395
		II	0.658±0.243	0.599-0.716	0.247-1	
	≥ 1 ano	I	0.811±0.238	0.754-0.868	0.456-1	0,156
		II	0.746±0.248	0.687-0.806	0.247-1	

Tabela 24. Análise clínica por grupos: inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento.

Legenda: dp = desvio padrão; 95% CI = intervalo de confiança; valor p = teste Mann-Whitney

N = 146		Avaliação clínica por grupos e tipo de lesão do Ligamento deltoide					
		Grupo I		Valor p	Grupo II		Valor p
		Lesão	Sem lesão		Lesão	Sem lesão	
		N = 53	N = 20		N = 43	N = 30	
AOFAS	Urgência	15.4±14.2	29.6±22.6	0,007	16.4±17.2	22.5±22.4	0,198
	≥ 6 meses	89.8±10.0	90.2±9.6	0,768	88.5±9.5	89.9±9.9	0,633
	≥ 1 ano	94.7±7.5	92.2±8.5	0,220	92.7±6.9	93.8±7.7	0,384
VAS	Urgência	77.1±14.6	68±19.0	0,185	75±15.2	72.4±18.3	0,434
	≥ 6 meses	16.5±20.5	21.2±20.9	0,627	22.5±22.0	17.6±20.5	0,533
	≥ 1 ano	11.3±19.4	17.1±22.8	0,285	21.5±22.8	13.1±18.7	0,130
EQ-5D	Urgência	-0.013±0.167	0.102±0.220	0,091	-0.000±0.203	0.028±0.225	0,882
	≥ 6 meses	0.710±0.243	0.670±0.260	0,851	0.638±0.232	0.685±0.259	0,931
	≥ 1 ano	0.825±0.233	0.769±0.253	0,362	0.735±0.242	0.762±0.257	0,569

Tabela 25. Análise clínica por grupos e grau de lesão do ligamento deltoide: inicial, aos 6 meses e após um ano de seguimento; valor p = teste Mann-Whitney

9.6.2 Análise Radiológica comparativa nos dois grupos

Analizando os resultados de medição nas RX do ângulo talocrural, ângulo desvio talar, desvio talar, espaço tibiotalar medial e superior nos dois grupos, medido na altura do trauma e no final de seguimento, houve uma evidência de diferença no: ângulo talocrural, registrando-se 11.6 ± 3.3 no grupo I e de 10.0 ± 4.3 no grupo II (Bonferroni; $p = 0,013$); no desvio talar registrando-se 0.9 ± 3.2 no grupo I e de -1.4 ± 0.9 no grupo II (Bonferroni; $p = 0,011$) e no espaço tibiotalar medial, registrando-se 4.2 ± 3.4 no grupo I e de 3.0 ± 0.8 no grupo II (Bonferroni; $p = 0,006$). Nas restantes medições não houve uma evidência de diferença entre os dois grupos, assim como no final de seguimento (Bonferroni; $p > 0,05$). A avaliação por grupos encontra-se discriminada na tabela 26.

N = 146		Avaliação radiográfica por grupo				
		Grupo	Média±Dp	95% CI	Min-Max	Valor p
Ângulo talocrural (°)	Urgência	I	11.6±3.3	10.8-12.4	5.0-18.7	0,013
		II	10.0±4.3	9.0-11.0	0.7-18.2	
	≥ 1 ano	I	13.4±2.5	12.8-14.0	7.5-18.8	0,230
		II	12.9±2.5	12.3-13.4	8.1-18.5	
Ângulo desvio talar (°)	Urgência	I	3.8±7.2	2.2-5.5	0.1-36.9	0,819
		II	4.1±7.0	2.5-5.7	0.1-29.5	
	≥ 1 ano	I	0.6±0.5	0.4-0.7	0-2.5	0,418
		II	0.6±0.7	0.5-0.8	0.1-3.7	
Desvio talar (mm)	Urgência	I	0.9±3.2	0.1-1.6	-1.7-19	0,011
		II	-1.4±0.9	-0.3-0.1	-3.0-2.0	
	≥ 1 ano	I	-0.2±0.4	-0.3- -0.1	-1.1-1.0	0,563
		II	0.2±0.3	0.1-0.3	-0.90-1.1	
Espaço tibiotalar medial (mm)	Urgência	I	4.2±3.4	3.4-4.9	2.0-23.0	0,006
		II	3.0±0.8	2.9-3.2	1.5-5.9	
	≥ 1 ano	I	2.7±0.5	2.6-2.8	2.0-4.0	0,640
		II	2.7±0.5	2.6-2.8	1.6-3.7	
Espaço tibiotalar superior (mm)	Urgência	I	3.3±0.8	3.1-3.5	1.0-6.4	0,250
		II	3.2±0.7	3.0-3.4	2.0-6.0	
	≥ 1 ano	I	2.9±0.4	2.8-3.0	2.0-4.5	0,985
		II	2.9±0.5	2.8-3.0	2.0-4.5	

Tabela 26. Análise radiográfica por grupos: inicial e no final de seguimento; valor p = ANOVA - Bonferroni

Analisando a influência do estado do ligamento deltoide (com ou sem lesão) nos resultados de medição nas RX no grupo I e II, houve diferenças com significado estatístico, na medição do espaço tibiotalar medial, medido na urgência, registrando-se 4.7 ± 3.8 nos doentes com lesão e 2.7 ± 0.5 sem lesão, no grupo I e à semelhança 3.4 ± 0.8 e 2.6 ± 0.5 , no grupo II respectivamente (Bonferroni; $p = 0,026$ e $0,000$) e no espaço tibiotalar superior, medido na urgência, registrando-se 3.5 ± 0.8 nos doentes com lesão e 2.9 ± 0.5 sem lesão no grupo I e à semelhança 3.7 ± 0.9 e 2.9 ± 0.5 no grupo II respectivamente (Bonferroni; $p = 0,039$ e $0,000$). Não houve diferenças com significado estatístico nas restantes medições na altura do trauma. No final do seguimento não houve uma evidência de uma diferença entre os dois grupos e o estado do ligamento deltoide (com ou sem lesão), (Bonferroni; $p > 0,05$). A avaliação por grupos e estado do ligamento deltoide encontra-se discriminada na tabela 27.

N = 146		Avaliação radiográfica por grupos e tipo de lesão					
		Grupo I		Valor p	Grupo II		Valor p
		Lesão	Sem lesão		Lesão	Sem lesão	
Ângulo talocrural (°)	Urgência	11.6±3.3	11.5±3.4	0,905	9.5±4.0	10.8±4.5	0,197
	≥ 1 ano	13.4±2.6	13.2±2.2	0,699	12.7±2.6	13.0±2.5	0,621
Ângulo desvio talar (°)	Urgência	4.4±8.1	2.0±2.5	0,233	3.5±5.9	4.9±8.3	0,402
	≥ 1 ano	0.6±0.5	0.5±0.6	0,545	0.5±0.3	0.9±0.9	0,012
Desvio talar (mm)	Urgência	1.2±3.6	-0.2±0.3	0,098	-0.4±0.8	-0.4±0.6	0,945
	≥ 1 ano	-0.2±0.4	-0.3±0.4	0,390	-0.2±0.3	-0,2±0.4	0,769
Espaço tibiotalar medial (mm)	Urgência	4.7±3.8	2.7±0.5	0,026	3.4±0.8	2.6±0.5	0,000
	≥ 1 ano	2.7±0.5	2.6±0.4	0,768	2.7±0.4	2.7±0.5	0,843
Espaço tibiotalar superior (mm)	Urgência	3.5±0.8	2.9±0.5	0,039	3.7±0.9	2.9±0.5	0,000
	≥ 1 ano	2.9±0.5	2.9±0.3	0,670	2.9±0.4	2.9±0.5	0,981

Tabela 27. Análise radiográfica por grupos e grau de lesão do ligamento deltoide: inicial e no final de seguimento
Legenda: valor p = ANOVA - Bonferroni

9.6.3 Complicações

Do total da amostra em estudo houve registo de 5 (4.3%) infeções e 4 (3.5%) deiscência de ferida operatória (Tabela 28).

N = 146		Complicações					
Infeção	Agente	Idade	Género	Fratura	Procedimento	Grupo	Totais N (%)
	<i>ECc+ MSSA</i>	85	M	44B2.1	Lav+desb+EMOS	I	5 (4,3)
	<i>MRSA</i>	66	F	44B3.3	Lav+desb	II	
		82	F	44A3.2	Lav+desb+sub ost	II	
	<i>MSSA</i>	78	M	44B3.2	AB oral	II	
	<i>ECc</i>	85	M	44B3.3	AB oral	I	
Deiscência sutura		45	F	44B2.3	Penso	I	4 (3,5)
		46	F	44B3.3	Penso	II	
		83	F	44B3.3	Penso	I	
		85	M	44B3.3	Penso	I	
Total							9 (7.8%)

Tabela 28. Complicações (infeção e deiscência de ferida operatória) no grupo I e II.

ECc = *Enterobacter Cloacae* complex, *MSSA* = *Staphylococcus Aureus* Metilino sensível, *MRSA* = *Staphylococcus Aureus* Metilino resistente, M = masculino, F = feminino, Lav+desb = lavagem e desbridamento cirúrgico, EMOS = extração de material de osteossíntese, Sub ost = substituição de osteossíntese, AB = antibioterapia

Em 3 (2.6%) reportámos existência de granuloma de corpo estranho (fio de sutura interno) pelos 3 a 6 meses após cirurgia, com resolução. Quatro (3.5%) doentes referiram hipoestesia no bordo lateral do pé homolateral.

Em 30 (26.1%) foi efetuado remoção de material de osteossíntese por intolerância local, com mais de um ano após a cirurgia, nove (30%) no género masculino e 21 (70%) no feminino, sem diferença com significado estatístico (teste χ^2 ; $p = 0,601$). Tinham uma média de idade de 49.8 ± 15.2 (Min 20 e Max 83) anos.

Houve fratura de parafuso sindesmótico em três (15%) doentes: dois (10%) em ambos os géneros (teste χ^2 ; $p = 0,660$) e fraturas classificadas como 44C2.3 e 44C3.1 e lesão do LD (teste χ^2 ; $p = 0,000$), e noutro doente (5%) do género feminino, com fratura 44B2.3 e lesão do LD (teste χ^2 ; $p = 0,107$), (Figura 48).



Fig. 48. A: RX AP, fratura 44B2.3 (r,u) 2,5b,9; B: RX AP aos 6 meses de seguimento; C: RX AP ao ano de seguimento, fratura de parafusos sindesmóticos

Observámos calcificações em radiografia em 36 (24.7%) indivíduos, sendo mediais em 29 (80.6%), laterais em cinco (13.8%) e a nível da sindesmose duas (5.6%), sem sintomatologia associada e sem relação com género (teste χ^2 ; $p = 0,967$), com o tipo de fratura (teste χ^2 ; $p = 0,460$) ou com a lesão do LD (teste χ^2 ; $p = 0,099$).

9.7 DETERMINAÇÃO DOS FATORES PREDITIVOS DO RESULTADO FUNCIONAL

Analisámos a relação linear entre a escala AOFAS e o EQ-5D; obtivemos um valor de correlação Spearman de 0.625 à data do trauma, 0.884 aos seis meses e 0.918 no final do seguimento (Figura 49).

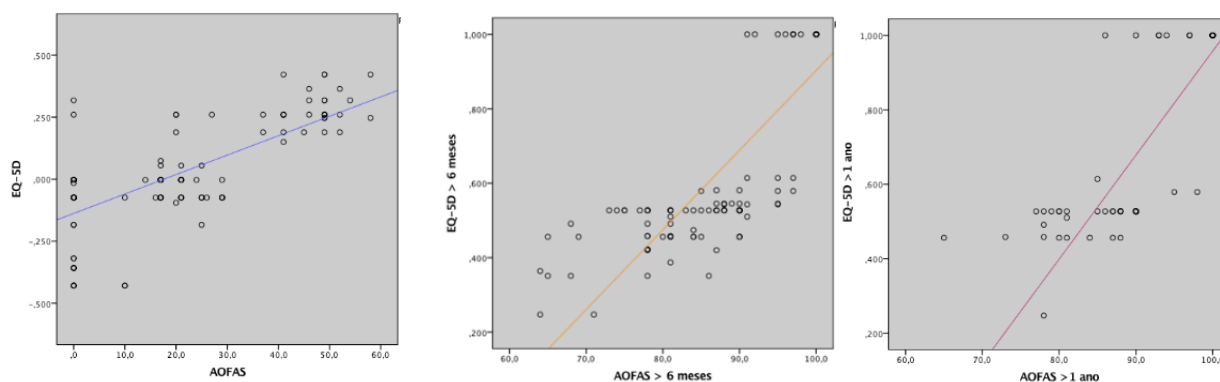


Fig. 49. Correlação linear entre os resultados da escala AOFAS e do score EQ-5D. A: à data do trauma; B: aos 6 meses; C: no final de seguimento

Dada a excelente correlação linear, optámos por utilizar como parâmetro de avaliação de recuperação funcional a escala *AOFAS*, estratificada em excelente (90 - 100 pontos), bom (75 - 89 pontos), razoável (50 - 74 pontos) e fraco (< 50 pontos).

Deste modo, quando se considerou a funcionalidade avaliada pela escala *AOFAS* à data do trauma, ambos os grupos apresentaram resultados iguais e simétricos, nomeadamente em seis (4.1%) classificados como razoável e 140 (95.9%) como fraco (teste Exato de Fisher; $p = 1,000$), não houve naturalmente registos de resultados excelentes ou bons. Os seis (4.1%) com resultados razoáveis foram submetidos a tratamento conservador e dos 140 (95.9%) com resultado fraco, 115 (82.1%) foram submetidos a cirurgia; houve uma muito forte associação com o tipo de tratamento (teste Exato de Fisher; $p = 0,000$).

A média da escala *AOFAS* foi de 25.3 ± 22.0 nos doentes sem lesão do LD e de 15.7 ± 15.1 nos com lesão. Mostrando uma evidência de diferença com significado estatístico (teste Mann-Whitney; $p = 0,007$).

Tiveram uma *AOFAS* classificada como fraco, 99 (67.8%) indivíduos com lesão do LD, (teste Exato de Fisher; $p = 0,001$), mostrando claramente uma muito forte associação. Destes, 64 (64.7%) apresentavam rotura de ambos os feixes (teste χ^2 ; $p = 0,005$); 72 (49.3%) doentes apresentavam lesão da sindesmose (teste Exato de Fisher; $p = 0,028$). Foram classificadas como 44A, 26 (83.9%) fraturas, do tipo 44B em 99 (99.0%) e do tipo 44C em 15 (100%), (teste χ^2 ; $p = 0,001$).

Não houve associação entre *AOFAS* e o género (teste Exato de Fisher; $p = 0,668$), tabagismo (teste Exato de Fisher; $p = 0,624$), obesidade (teste Exato de Fisher; $p = 0,422$), diabetes (teste Exato de Fisher; $p = 1,000$), ASA (teste Exato de Fisher; $p = 0,593$), lateralidade (teste Exato de Fisher; $p = 1,000$), tipo de trauma (teste χ^2 ; $p = 0,365$), fratura luxação (teste Exato de Fisher; $p = 0,336$), fratura exposta (teste Exato de Fisher; $p = 0,591$), outras fraturas

associadas (teste Exato de Fisher; $p = 1,000$) e avaliação do LD após osteossíntese maleolar dicotomizada em $< \text{ou} > 4 \text{ mm}$ (teste Exato de Fisher; $p = 1,000$).

Selecionámos as variáveis que evidenciaram associação ao nosso *outcome* recuperação funcional ($p < 0,250$) e avaliámos a homogeneidade dos OR, utilizando o modelo de regressão linear, considerando a variável resposta AOFAS como contínua. Apresenta-se em quadro os resultados com as variáveis que constituem fator preditivo de recuperação funcional à data do trauma (Tabela 29).

N = 146		Função AOFAS à data do trauma - Análise Regressão Linear						
Co-variável		Valor p	B	Sig.	95% CI	tolerância	VIF	Durbin-Watson
ASA	binária	0,000 ^c	-3,594	0,000	-13,414 a -5,301	1.000	1.000	2.1
F. exposta	binária	0,000	-7.277	0,000	-11.163 a -3.390	1.000	1.000	2.1
Luxação	binária	0,000	-14.828	0,000	-19.260 a -10.396	1.000	1.000	2.2
Classificação	binária	0,034	-13,450	0,000	-18,694 a -8,205	1.000	1.000	1.9
Lesão do LD	binária	0,002	-9.358	0,002	-15.749 a -3.447	1.000	1.000	2.1
Tipo feixe (s, p, s+p)	binária	0,000	4.167	0,000	2.381 a 5.954	1.000	1.000	2.2
Tipo rotura (p,t)	binária	0,000	7.327	0,000	4.513 a 10.140	1.000	1.000	2.2
ETTM trauma	contínua	0,027	-1.311	0,027	-2.471 a -0.152	1.000	1.000	2.2
ETTM stress	contínua	0,000	-6.077	0,000	-8.466 a -3.687	1.000	1.000	2.1
Ângulo desvio talar	contínua	0,000	-0.953	0,000	-1.348 a -0.559	1.000	1.000	2.1
Ângulo talocrural	contínua	0,000 ^f	1.887	0,000	1.1183 a 2.592	1.000	1.000	2.1
ETTM após osteo	binária	0,000	-13.484	0,000	-16.860 a -10.107	1.000	1.000	2.2
ETTM após osteo	contínua	0,000	-5.784	0,000	-7.3381 a -4.283	1.000	1.000	2.1
Parafuso Sindes	binária	0,000	-16.770	0,000	-20.848 a -12.691	1.000	1.000	2.3
Sutura LD	binária	0,000	-12.447	0,000	-15.860 a -9.034	1.000	1.000	2.1
Tratamento	binária	0,000	-24,641	0,000	-31,639 a -17,643	1.000	1.000	2.1

Tabela 29. Variáveis preditivas de recuperação funcional à data do trauma pelo modelo de regressão linear.

Legenda: ost = osteossíntese

A análise dos resíduos apresenta-se descrito na figura 50, mostrando ser um modelo adequado.

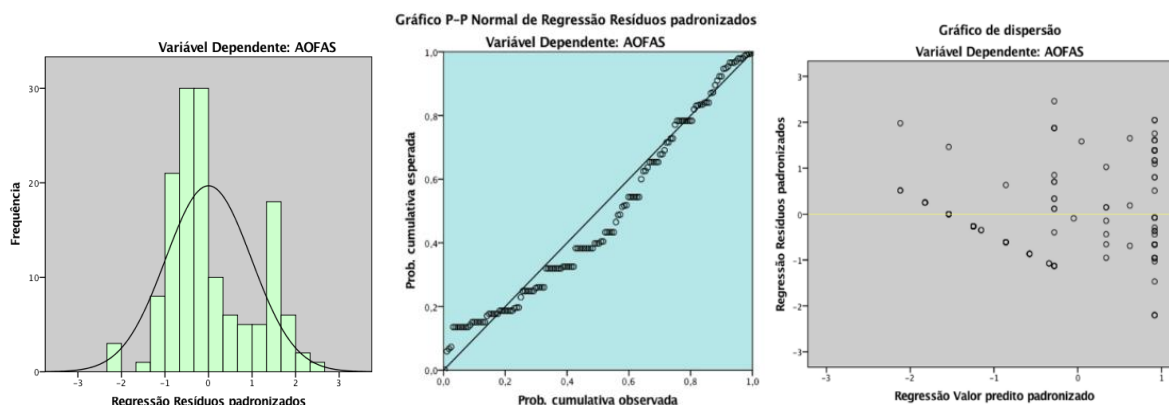


Fig. 50. Representação dos resíduos de um modelo adequado à data do trauma. A: histograma de frequência; B: gráfico de probabilidades de valores ajustados; C: gráfico cartesiano representação corresponde a uma linha reta, seguindo distribuição normal

Quando se avaliou as mesmas variáveis aos seis meses de trauma, tiveram um resultado fraco, cinco (19.2%) das 26 (17.8%) fraturas expostas, havendo uma forte associação com significado estatístico (teste χ^2 ; $p = 0,001$). Não houve associação entre a AOFAS aos 6 meses e o género (teste χ^2 ; $p = 0,770$), tabagismo (teste χ^2 ; $p = 0,634$), obesidade (teste χ^2 ; $p = 0,110$), diabetes (teste χ^2 ; $p = 0,956$), ASA (teste χ^2 ; $p = 0,402$), lateralidade (teste χ^2 ; $p = 0,207$), tipo de trauma (teste χ^2 ; $p = 0,095$), tipo de fratura (teste χ^2 ; $p = 0,157$), tipo de fratura por subgrupo (teste χ^2 ; $p = 0,115$), luxação (teste χ^2 ; $p = 0,089$), outras fraturas associadas (teste χ^2 ; $p = 0,287$), lesão do ligamento deltoide (teste χ^2 ; $p = 0,801$), tipo de feixes (teste χ^2 ; $p = 0,866$), lesão da sindesmose (teste χ^2 ; $p = 0,086$) ou ainda com o espaço tibiotalar medial após osteossíntese maleolar (teste χ^2 ; $p = 0,089$) ou com o tipo de tratamento (teste χ^2 ; $p = 0,111$).

Nos doentes com / sem lesão do LD, a média da escala AOFAS foi de 89.5 ± 9.5 / 90.0 ± 9.8 . Sem evidência de diferença com significado estatístico (teste Mann-Whitney; $p = 0,630$).

Selecionámos as variáveis que evidenciaram associação ao nosso *outcome*, recuperação funcional ($p < 0,250$) e avaliámos a homogeneidade dos OR, das variáveis independentes dicotómicas e contínuas utilizando o modelo de regressão linear. Apresenta-se em quadro

os resultados com as variáveis que constituem fator preditivo de recuperação funcional (Tabela 30).

N = 146		Função AOFAS aos 6 meses de seguimento - Análise Regressão Linear						
Co-variável		Valor p	B	Sig.	95% CI	tolerância	VIF	Durbin-Watson
Idade	contínua	0,172	-0,107	0,010	-0.188 a -0.026	1.000	1.000	1.9
ASA	binária	0,158	-3.261	0,004	-5.489 a -1.032	1.000	1.000	1.9
Luxação	binária	0,010	-3.296	0,014	-5.914 a -0.678	1.000	1.000	1.9
Exposta	binária	0,001	-3.228	0,003	-5.310 a -1.146	1.000	1.000	1.8
Classificação	binária	0,105	-3.305	0,038	-6.430 -0.180	1.000	1.000	1.9
Lesão LS	binária	0,086	-4.517	0,004	-7.581 a -1.453	1.000	1.000	1.9
Ângulo desvio talar	contínua	0,000	-0.232	0,040	-0.453 a -0.011	1.000	1.000	1.9
Ângulo talocrural	contínua	0,001	0.193	0,000	0.486 a 1.247	1.000	1.000	1.9
ETTM após osteo	binária	0,347	-3.548	0,001	-5.602 a -1.495	1.000	1.000	1.9
ETTM após osteo	contínua	0,028	-1.508	0,002	-2,439 a -0,578	1.000	1.000	1.9
Parafuso Sindes	binária	0,297	-4.550	0,000	-7.042 a -2.057	1.000	1.000	1.9
Sutura LD	binária	0,260	-2.338	0,027	-4.406 a -0.270	1.000	1.000	1.8
Tratamento	binária	0,111	-4.972	0,010	-8.738 a -1.206	1.000	1.000	1.9

Tabela 30. Variáveis preditivas de recuperação funcional aos seis meses de seguimento, pelo modelo de regressão linear.
Legenda: osteo = osteossíntese

Da análise dos resíduos utilizando-se o teste de Durbin-Watson, obtivemos valores p entre 1.5 a 2.5, indicativo de um modelo significativo e correto. Relativo à multicolinearidade, registámos um valor de tolerância superior a 0,1 e um valor VIF inferior a 10 entre todas as variáveis estudadas, indicador de não existência de correlação entre as diferentes variáveis independentes (Figura 51).

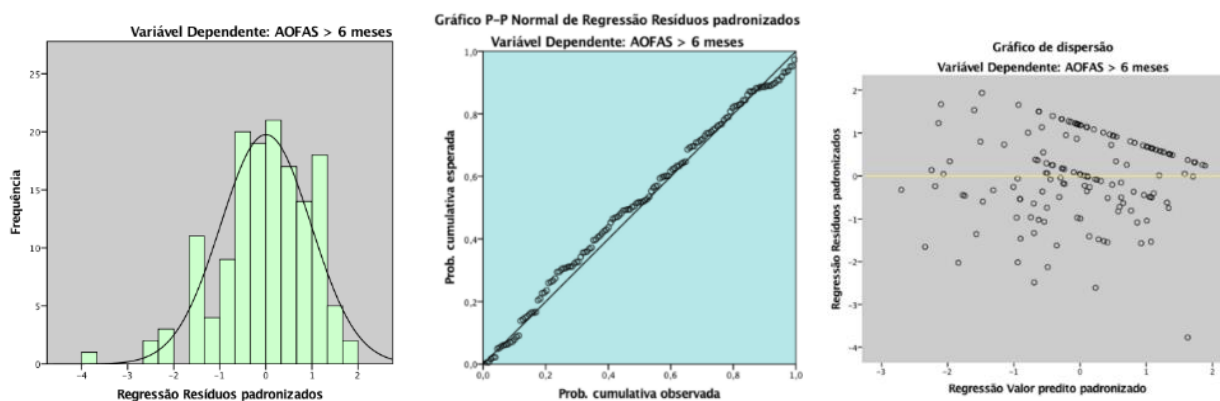


Fig. 51. Representação dos resíduos de um modelo adequado aos 6 meses de seguimento. A: histograma de frequência; B: gráfico de probabilidades de valores ajustados; C: gráfico cartesiano representação corresponde a uma linha reta, seguindo distribuição normal

Verificámos a normalidade das variáveis independentes em estudo, aplicando o teste de Kolmogorov-Smirnov e a homogeneidade de variâncias (homocedasticidade) com o teste Levene; se uma das condições de aplicabilidade não se verificou, aplicámos o teste não paramétrico Kruskal-Wallis; verificando-se uma distribuição normal, optámos pelo teste ANOVA. A associação entre as variáveis independentes dicotómicas ou nominais foi determinada pelo teste *Chi-square*.

Quando se considerou a funcionalidade do doente no final de seguimento, avaliada pela escala *AOFAS*, ambos os grupos apresentaram resultados semelhantes (teste χ^2 ; $p = 0,230$). Houve apenas 2 (1.4%) casos no grupo II, classificados como razoável. Os restantes, tiveram resultados excelente em 115 (78.8%) e bom em 29 (19.9%).

Os 2 (1.4%) casos razoáveis, um (0.7%) tinha rotura de ambos os feixes do LD, enquanto que o outro (0.7%) não tinha lesão do LD (teste χ^2 ; $p = 0,856$). Contudo, ambos tinham lesão do LS (teste χ^2 ; $p = 0,170$) e apresentavam fratura em outros locais anatómicos (teste χ^2 ; $p = 0,034$). Estas fraturas foram classificadas como 44C1.3 e 44 B3.3, respetivamente (teste χ^2 ; $p = 0,439$). Também houve evidência de uma relação entre o espaço tibiotalar medial medido após osteossíntese maleolar, dicotomizado em < 4 mm e ≥ 4 mm (teste χ^2 ; $p =$

0,030) e para as variáveis: idade (teste Kruskal-Wallis; $p = 0,015$) e o ângulo talocrural (teste Kruskal-Wallis; $p = 0,022$).

Os doentes que foram submetidos a sutura do ligamento deltoide com âncora, 6 (85.7%) tiveram um resultado excelente e um (14.3%) bom. De igual forma 7 (70%) dos casos com sutura direta tiveram um resultado excelente e 3 (30%) bom (teste χ^2 ; $p = 0,756$).

Os indivíduos avaliados pelo score ASA, 119 (81.5%) indivíduos eram ASA I e II, e 27 (18.5%) ASA III e IV; estes últimos tiveram resultado excelente 16 (59.3%), bom 9 (33.3%) e dois (7.4%) razoável (teste χ^2 ; $p = 0,001$).

Não se verificou associação entre a função e o género (teste χ^2 ; $p = 0,159$), tabagismo (teste χ^2 ; $p = 0,626$), obesidade (teste χ^2 ; $p = 0,195$) diabetes (teste χ^2 ; $p = 0,871$), lateralidade (teste χ^2 ; $p = 0,227$), tipo de trauma (teste χ^2 ; $p = 0,800$), fratura exposta (teste χ^2 ; $p = 0,425$) e a luxação (teste χ^2 ; $p = 0,170$).

Nos doentes com / sem lesão do LD, a média da escala AOFAS foi de 93.8 ± 7.8 / 93.0 ± 8.6 . Sem evidência de diferença com significado estatístico (teste Mann-Whitney; $p = 0,755$).

No final de seguimento, seleccionámos as variáveis que evidenciaram associação ao nosso *outcome* recuperação funcional ($p < 0,250$) e avaliámos a homogeneidade dos OR, das seguintes sete variáveis independentes dicotómicas: género, obesidade, tipo de fratura, lesão do LD, espaço tibiotalar medial após osteossíntese dicotomizado em < 4 mm e ≥ 4 mm e lesão do LD após osteossíntese. Analisando os valores obtidos com o modelo de regressão linear múltiplo, verificámos que apenas 4 (2.7%) tem valor preditivo, influenciando a variável *outcome*-função (Tabela 31).

N = 146		Função AOFAS no final do seguimento - Análise Regressão Linear						
Co-variável		Valor p	B	Sig.	95% CI	tolerância	VIF	Durbin-Watson
Idade (> 50 anos)	binária	0,033 ^a	-2.739	0,027	-5.164 a -0.313	1.000	1.000	1.9
Idade	contínua	0,015 ^f	-0,086	0,010	-0,152 a -0,021	1.000	1.000	2.0
ASA	binária	0,010 ^a	-0.904	0,001	-4.908 a -1.332	1.000	1.000	2.0
Tipo rotura (p,t)	binária	0,100 ^a	-1.501	0,023	- 2.793 a -0.209	1.000	1.000	2.0
Ângulo talocrural	contínua	0,020 ^f	0.515	0,002	0.201 a 0.830	1.000	1.000	1.9

Tabela 31. Variáveis preditivas de recuperação funcional pelo modelo de regressão linear múltiplo; valor p ^a = teste χ^2 ; valor p ^f = ANOVA

Da análise dos resíduos utilizando-se o teste de Durbin-Watson, obtivemos valores entre 1.5 a 2.5, indicativo de um modelo significativo e correto. Relativo à multicolinearidade, registámos um valor de tolerância superior a 0,1 e um valor VIF inferior a 10 entre todas as variáveis estudadas, indicador de não existência de correlação entre as diferentes variáveis independentes (Figura 52).

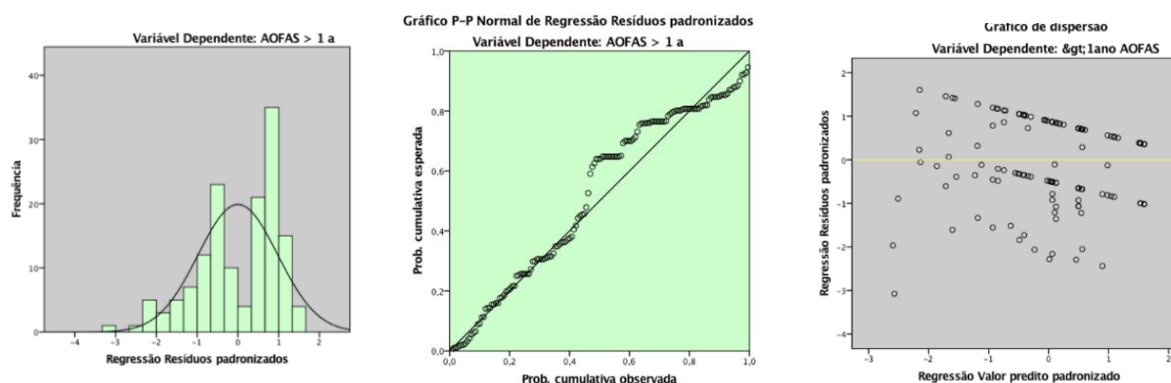


Fig. 52. Representação dos resíduos de um modelo adequado no final do seguimento. A: histograma de frequência; B: gráfico de probabilidades de valores ajustados; C: gráfico cartesiano representação corresponde a uma linha reta, seguindo distribuição normal

Deste modo, analisando as variáveis dicotómicas e independentes, verificámos que a probabilidade de recuperação funcional foi diferente consoante se avaliou o modelo à data do trauma, aos seis meses ou no final do seguimento.

Deste modo, à data do trauma, a probabilidade de recuperação funcional em média:

- Diminui 25 vezes no doente tratado cirurgicamente em relação ao tratado de forma conservadora;
- Diminui 17 vezes quando é colocado parafuso sindesmótico, em relação aos casos sem parafuso;
- Diminui 15 vezes nos doentes com fratura luxada, em relação aos sem luxação;
- Diminui 13.5 vezes nas fraturas classificadas como bi ou trimaleolares, em relação às fraturas unimaleolares;
- Diminui 13.5 vezes quando a medição do espaço tibiotalar medido no teste SREM, após osteossíntese é > 4 mm em relação a < 4 mm;
- Diminui 12 vezes quando se sutura o ligamento deltoide em relação à não sutura;
- Diminui 9 vezes nas fraturas associadas a lesão do ligamento deltoide, em relação às fraturas sem lesão; tendo pior recuperação (4 vezes em média) os doentes com rotura de ambos os feixes; também a rotura parcial tem melhor capacidade de recuperação 7 vezes em relação à rotura completa;
- Diminui 7 vezes nos doentes com fratura exposta, em relação aos sem exposição;
- Diminui 6 vezes por cada aumento de um grau na medição do espaço tibiotalar medido no teste SREM;
- Diminui 5.8 vezes por cada aumento de um grau na medição do espaço tibiotalar medido no teste SREM, após osteossíntese;
- Diminui 3.6 vezes nos doentes ASA por cada nível de agravamento do estado de saúde de I a IV;
- Diminui 1.3 vezes por cada aumento de um grau na medição do espaço tibiotalar medido na urgência;
- Diminui 0.9 vezes por cada aumento de um grau na medição do ângulo desvio talar;

- Aumenta 1.9 vezes por cada aumento de um grau na medição do ângulo talocrural.

À semelhança do anteriormente descrito, aos 6 meses de seguimento, o risco de recuperação funcional em média:

- Diminui 5 vezes nos doentes tratados cirurgicamente, em relação aos tratados de forma conservadora;
- Diminui 4.5 vezes nos doentes com fratura associada a lesão da sindesmose, em relação à fratura sem lesão;
- Diminui 4.5 vezes quando é colocado parafuso sindesmótico, em relação aos casos sem parafuso;
- Diminui 3.5 vezes quando a medição do espaço tibiotalar medido no teste SREM, após osteossíntese é > 4 mm em relação a < 4 mm;
- Diminui 3.3 vezes nos doentes ASA por cada agravamento do estado de saúde de I a IV;
- Diminui 3.3 vezes nos doentes com fratura luxada, em relação às não luxadas;
- Diminui 3.3 vezes nos doentes com fratura classificada como bi ou trimaleolar, em relação à fratura unimaleolar;
- Diminui 3.2 vezes nos doentes com fratura exposta, em relação ao sem exposição;
- Diminui 2.3 vezes quando se sutura o ligamento deltoide em relação à não sutura;
- Diminui 1.5 vezes por cada aumento de um grau na medição do espaço tibiotalar medido no teste SREM, após osteossíntese;
- Diminui 0.2 vezes por cada aumento de um grau na medição do ângulo desvio talar;
- Diminui 0.1 vezes por cada ano de vida;
- Aumenta 0.2 vezes por cada aumento de um grau na medição do ângulo talocrural.

Da mesma forma quando se avaliou após um ano de seguimento, o risco de recuperação funcional em média:

- Diminui 1.5 vezes quando há rotura completa, em relação à rotura parcial;
- Diminui 0.9 vezes por cada aumento de uma década de vida;
- Diminui 0.9 vezes por cada aumento do score ASA;
- Aumenta 0.5 vezes por cada aumento de um grau do ângulo talocrural.

Partindo da nossa amostra de 146 doentes, procurámos analisar até que ponto existia ou não, associação entre a variável dependente- recuperação funcional e a variável exposição principal, a lesão do ligamento deltoide e as diferentes variáveis independentes, e se são influenciadas pela presença de fatores de confundimento ou de interação. Deste modo, seleccionámos as variáveis consideradas potenciais variáveis de confundimento: Idade, género, ASA, tipo de fratura, medição do ângulo talocrural e osteoartrose. Confirmando por análise de regressão logística múltipla, a não evidência de associação. Pelo que, estas variáveis não são de confundimento nem de interação (Tabela 32).

N = 146		Lesão do Ligamento deltoide - Análise Regressão Logística Múltipla				
Co-variável		Valor p	B	Sig.	Exp (B)	95% CI
Idade	contínua	0,068	-0,017	0,083	0,983	0,965 a 1,002
Género	binária	0,276	0,548	0,163	1,729	0,800 a 3,736
ASA	binária	0,649	0,233	0,617	1,263	0,506 a 3,153
Tipo fratura	binária	0,481	0,466	0,265	1,593	0,702 a 3,615
Ângulo talocrural	contínua	0,555	-0,039	0,413	0,962	0,877 a 1,056
Osteoartrose	contínua	0,835	-0,509	0,297	0,601	0,231 a 1,566

Tabela 32. Análise da associação entre a exposição principal - lesão do ligamento deltoide e as variáveis independentes: idade, género, ASA, tipo de fratura, ângulo talocrural e osteoartrose

9.8 ANÁLISE COMPARATIVA DO GRAU DE OSTEOARTROSE COM O ESTADO DO LIGAMENTO DELTOIDE

Partindo da nossa amostra de 146 doentes, procurámos analisar até que ponto existia ou não associação entre o *outcome* ou variável dependente (osteoartrose) e a variável exposição principal (lesão do ligamento deltoide) e qual a influência das diferentes variáveis sobre a OA.

Da análise, verificámos que no total, 35 (24%) doentes apresentaram osteoartrose, classificadas no estadio 1 de van Dijk; destes 24 (68.6%) tinham lesão do LD e 11 (31.4%) não tinham lesão; houve relação entre estas variáveis, são dependentes (teste χ^2 ; $p = 0,003$).

Quando se avaliou por grupos I e II, verificámos haver 16 (22%) e 19 (26.0%) casos de OA respetivamente, não se verificando uma evidência de diferença com significado estatístico entre eles (teste χ^2 ; $p = 0,561$), (Figura 53).

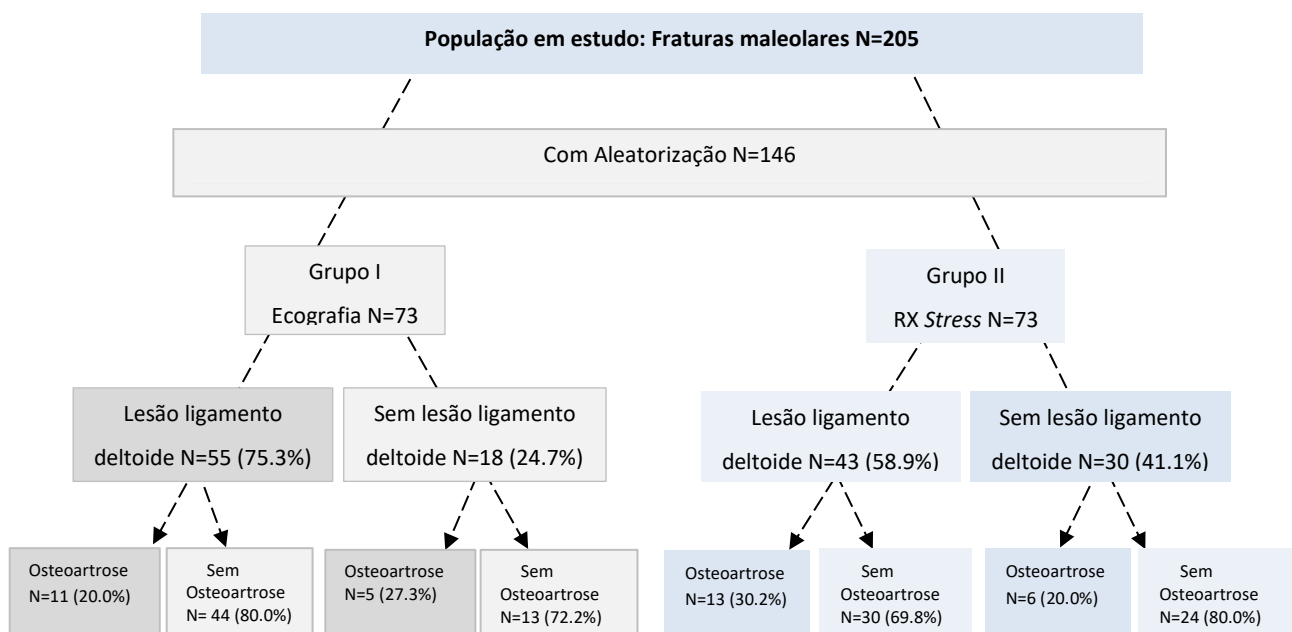


Fig. 53. Análise comparativa do grau de osteoartrose com o estado do ligamento deltoide nos dois grupos de estudo

Procurámos identificar, as variáveis associadas com significado estatístico à variável *outcome*. Deste modo, foram recolhidos dados relativos a um total de 7 variáveis contínuas (idade, medição em mm do espaço tibiotalar medial na RX *stress* gravitacional e *stress* manual pré e após osteossíntese maleolar, assim com o ângulo desvio talar e talocrural) e a 12 variáveis dicotómicas (género, obesidade, ASA, tabagismo, diabetes, lateralidade, coexistência de fratura exposta, fratura em outras áreas anatómicas, classificação (bi ou unimaleolares), lesão da sindesmose, espaço tibiotalar medial após osteossíntese (< 4 mm ou 4 mm), tipo de tratamento (conservador ou cirúrgico) e uma categórica (tipo de trauma). A idade seguiu distribuição normal, pelo que se optou pelo teste T Student obtendo-se uma evidência de diferença ($p = 0,035$).

As restantes variáveis independentes estudadas, não seguiram uma distribuição normal, pelo que em todas foi aplicado o teste de Mann-Whitney.

Obtivemos um valor $p < 0,05$ para a medição do ângulo desvio talar e talocrural, bem como para o espaço tibiotalar medial medido na RX Grav e SREM e após osteossíntese maleolar, claro indicador de evidência de uma diferença estatisticamente significativa da *outcome* OA, relativamente a estas variáveis em estudo (Tabela 33).

Analisando as variáveis independentes categóricas, estratificadas pela presença ou não de osteoartrose, verificámos que no género masculino 9 (25.7%) e no feminino 26 (74.3%) tinham OA, respetivamente. Não cumpriam os critérios de Cochran, pelo que se aplicou o teste exato de Fisher ($p = 0,161$) ou seja, não houve associação estatisticamente significativa entre a OA e o género.

N = 146	Associação com Osteoartrose							
	OA	idade	ETTM	ADT	ATC	ETTM g	ETTM s	ETTM após
Média±dp	Não	52.5±19.1	3.5±2.0	3.2±6.6	11.5±3.5	3.6±2.9	3.9±3.4	2.4±1.7
	Sim	60.4±18.3	4.0±3.7	6.5±7.8	8.4±4.3	1.8±4.5	5.2±2.9	3.6±1.1
95% CI	Não	48.9-56.1	3.1-3.9	1.9-4.4	10.9-12.9	3.0-4.1	3.3-4.6	2.1-2.7
	Sim	54.0-66.8	2.7-5.3	3.9-9.3	6.9-9.9	0.2-3.3	4.2-6.2	3.2-4.0
Min-Max	Não	14-91	1.5-17.8	0.1-36.9	0.7-18.2	0.1-17.8	0-17.7	0-3.9
	Sim	21-86	2.0-23.0	0.2-26.3	1.3-18.7	0.1-23.0	0-17.7	0-6.1
Mediana	Não	51.0	3.0	1.1	11.4	4.0	4.2	2.7
	Sim	64.0	3.0	3.2	8.4	0.0	4.6	4.0
Amplitude inter-Quartil	Não	31.8	1.0	1.7	4.8	2.7	5.5	3.7
	Sim	30.3	1.0	6.3	5.5	0.0	2.8	1.3
Valor p		0,035 ^d	0,957 ^b	0,000 ^b	0,000 ^b	0,000 ^b	0,051 ^b	0,000 ^b

Tabela 33. Medidas de tendência central e medidas de dispersão relativas às variáveis independentes contínuas associadas à osteoartrose (OA). Legenda: ETTM = espaço tibiotalar medial; ADT = ângulo desvio talar; ATC = ângulo talocrural; ETTM g = espaço tibiotalar gravitacional; ETTM s = espaço tibiotalar medial no teste *stress* manual; ETTM após = espaço tibiotalar medial após osteossíntese; valor p^d = teste T Student; valor p^b = teste de Mann-Whitney

Mais de metade dos doentes tinham obesidade 77 (52.7%), destes 22 (28.6%) tinham OA. Obtivemos um valor do teste χ^2 p = 0,054 pelo que, não houve associação estatisticamente significativa entre OA e a obesidade. O mesmo se verificou com as variáveis ASA, tabagismo e a diabetes (teste χ^2 ; p = 0,164; 0,571; 0,303). Assim como, com o tipo de trauma (teste χ^2 ; p = 0,073), a lateralidade (teste T Fisher; p = 0,561) e a associação a outras fraturas (teste χ^2 ; p = 0,393). Contudo, verificámos uma muito forte associação entre o grau de exposição ou presença de flictenas à data do trauma (teste χ^2 ; p = 0,000). Apesar de não haver associação com o tipo de fraturas (A, B, C), (teste χ^2 ; p = 0,266) verificámos uma muito forte associação entre a OA e os seus subgrupos, sobretudo em três doentes com fratura tipo 44A3.2 (100%), em quatro 44B3.2 (66.7%), em 15 (55.6%) 44B3.3 e em um 44C3.3 (50.0%), (teste χ^2 ; p = 0,000). Verificámos ainda, uma muito forte associação entre a OA e a instabilidade da fratura (luxação ou subluxação) em 34 (23.3%) doentes, dos quais 15

(44.1%) evoluíram para OA (teste χ^2 ; $p = 0,007$), bem como, com o grau de instabilidade sindesmótica, registrando-se 28 (39%) casos de OA (teste T Fisher; $p = 0,000$).

A avaliação do grau de competência do LD por ecografia, mostrou uma evidência forte entre a OA e o tipo de feixes em 24 (24.5%), nomeadamente um (1.0%) do feixe superficial, 11 (11.2%) do profundo e em 12 (12.2%) de ambos os feixes, (teste χ^2 ; $p = 0,006$), mas sem relação com a integridade ou a localização da rotura (teste χ^2 ; $p = 0,868$ e $0,917$). Os 34 (29.5%) doentes com persistente instabilidade após osteossíntese do maléolo lateral, 17 (50.0%) evoluíram para OA, dos quais 15 (88.2%) tinham um espaço tibiotalar medial entre 4 - 4.9 mm (grupo I e II) e dois (11,8%) um espaço ≥ 5 mm (grupo II), (teste χ^2 ; $p = 0,000$), (Tabela 34).

Selecionámos as variáveis que evidenciaram associação ao nosso *outcome* osteoartrose ($p < 0,250$) e avaliámos a homogeneidade dos OR, pelo modelo de regressão logística. Apenas a fratura exposta ($p = 0,029$) e a medição do espaço tibiotalar medial na RX Grav ($p = 0,011$) obtiveram significância estatística. Deste modo, analisámos os valores obtidos utilizando o modelo de regressão logística ajustado para cada variável. Verificámos que 14 variáveis, influenciaram a variável *outcome*-osteoartrose: classificação, fratura exposta, luxação, lesão LD, tipo de feixe do LD (superficial, profundo, dois feixes), lesão da sindesmose, tipo de tratamento (conservador e cirúrgico), espaço tibiotalar medial medido após osteossíntese dicotomizado (< 4 e > 4 mm) e as variáveis contínuas: a idade, o ângulo desvio talar, ângulo talocrural, o espaço tibiotalar medial medido em RX SREM e RX Grav e após osteossíntese maleolar (Tabela 35 e 36).

N = 146		Avaliação do grau de osteoartrose nos dois grupos em estudo			
Variáveis		Osteoartrose N (%)		% do total	Valor p
		Não	Sim		
Gênero	M	44 (39.6)	9 (25.7)	53 (36.3)	0,161 ^e
	F	67 (60.4)	26 (74.3)	93 (63.7)	
Obesidade	Não	56 (50.5)	13 (37.1)	69 (47.3)	0,054 ^a
	Sim	55 (49.5)	22 (62.9)	77 (52.7)	
ASA	I-II	93 (83.8)	26 (74.3)	119 (81.5)	0,164 ^a
	III-IV	18 (16.2)	9 (25.7)	27 (18.5)	
Tabagismo	Não	85 (76.6)	27 (77.1)	112 (76.7)	0,571 ^a
	Sim	26 (23.2)	8 (23.5)	34 (23.3)	
Diabetes	Não	102 (91.9)	31 (88.6)	133 (91.1)	0,303 ^a
	Sim	9 (8.0)	4 (11.8)	13 (8.9)	
Lateralidade	D	63 (56.8)	22 (62.9)	85 (58.2)	0,561 ^e
	E	48 (43.2)	13 (37.1)	61 (41.8)	
Exposta	Não	100 (90.1)	20 (57.1)	120 (82.2)	0,000 ^a
	Sim	11 (9.9)	15 (42.9)	26 (17.8)	
Outras fraturas	Não	88 (79.3)	24 (68.6)	112 (76.7)	0,393 ^a
	Sim	23 (20.7)	11 (31.4)	34 (23.3)	
Classificação	unimaleolar	76 (68.5)	5 (14.3)	81 (55.5)	0,000 ^a
	bimaleolar	35 (31.5)	30 (85.7)	65 (44.5)	
Luxação	Não	92 (82.9)	20 (57.1)	112 (76.7)	0,007 ^a
	Sim	19 (17.1)	15 (42.9)	34 (23.3)	
Trauma	queda	80 (72.1)	30 (85.7)	110 (75.3)	0,119 ^a
	Acidente	10 (9.0)	4 (11.4)	14 (9.6)	
	Desporto	21 (18.9)	1 (2.9)	22 (15.1)	
Lesão sindesmose	Não	67 (60.4)	7 (20.0)	74 (50.7)	0,000 ^e
	Sim	44 (39.6)	28 (80.0)	72 (49.3)	
Lesão Deltoide	Não	16 (14.4)	11 (31.4)	27 (23.5)	0,003 ^a
	Sim	65 (58.6)	24 (68.6)	88 (76.5)	
Tipo feixe	sup	8 (7.2)	1 (2.9)	9 (6.2)	0,006 ^a
	prof	9 (8.0)	11 (31.4)	20 (13.7)	
	ambos	52 (46.8)	12 (34.3)	64 (43.8)	
ETTM após ostes	< 4mm	64 (57.7)	17 (50.0)	81 (55.5)	0,000 ^a
	> 4mm	17 (15.3)	17 (50.0)	34 (23.3)	
Tipo tratamento	Conservador	30 (27.0)	1 (2.9)	31 (21.2)	0,002 ^e
	Cirúrgico	81 (73.0)	34 (97.1)	115 (78.8)	

Tabela 34. Avaliação do grau de osteoartrose nos dois grupos em estudo. Legenda: LS = lesão da sindesmose; ETTM após ostes = espaço tibiotalar medial após osteossíntese; valor p^a = teste χ^2 ; valor^e = teste exato de Fisher

N = 146		Osteoartrose - Análise Regressão Logística				
Co-variável		B	Sig.	Exp (B)	95% CI	Área da curva ROC
Fratura exposta	binária	-1.377	0,029	0.252	0.073-0.871	0.669
Luxação	binária	1.063	0,191	2.895	0.589-14.235	0.629
Classificação	binária	-1.330	0,089	0.264	0.057-1.222	0.771
Lesão Deltoide	binária	21.411	0,998	1.988	2.438-174.451	0.576
Tipo feixes LD	binária	-1.415	0,070	0.243	0.052-1.126	0.520
Lesão Sindesmose	binária	-1.337	0,052	0.263	0.068-1.012	0.702
Tipo tratamento	binária	-1.570	0,353	0.208	0.008-5.712	0.621
ETTM após ostes	binária	-1.217	0,182	0.296	0.050-1.771	0.666
Ângulo desvio talar	contínua	0.003	0,939	1.003	0.928-1.084	0.731
Ângulo talocrural	contínua	0.083	0,304	1.087	0.927-1.275	0.736
ETTM stress manual	contínua	-0.071	0,707	0.932	0.644-1.348	0.598
ETTM gravitacional	contínua	-0.217	0,011	0.805	0.681-0.950	0.738
ETTM após osteo	contínua	0.342	0,526	1.408	0.489-4.058	0.706

Tabela 35. Variáveis preditivas de osteoartrose pelo modelo de regressão logística múltipla.

Legenda: osteo = osteossíntese

N = 146		Osteoartrose - Análise Regressão Logística ajustada para cada variável				
Co-variável		B	Sig.	Exp (B)	95% CI	Área da curva ROC
Gênero	binária	0.640	0,139	0.527	0.226-1.231	0.555
Idade	binária	0.944	0,018	2.571	1.173-5.636	0,616
ASA	binária	0.581	0,211	1.788	0.719-4.446	0.547
Obesidade	binária	-0.544	0,172	0.580	0.266-1.266	0.567
Fratura exposta	binária	2.025	0,000	7.575	2.980-19.255	0.717
Luxação	binária	1.290	0,002	3.632	1.580-8.344	0.629
Classificação	binária	2.567	0,000	13.029	4.661-36.418	0.771
Lesão Deltoide	binária	0.087	0,834	1.091	1.369-82.321	0.751
Tipo feixes LD	binária	1.653	0,000	5.222	2.254-12.101	0.666
Lesão Sindesmose	binária	1.807	0,000	6.091	2.448-15.153	0.702
Tipo tratamento	binária	-2.533	0,015	0.079	0.010-0.606	0.621
ETTM após ostes	binária	1.653	0,000	5.222	2.254-12.101	0.666
Idade	contínua	-0.024	0,030	0.977	0.956-0.998	0.623
Ângulo desvio talar	contínua	0.057	0,020	1.059	1.009-1.111	0.731
Ângulo talocrural	contínua	-0.235	0,000	0.790	0.706-0.885	0.736
ETTM stress	contínua	-0.141	0,043	0.868	0.757-0.995	0.598
ETTM gravitacional	contínua	0.233	0,007	0.792	0.670-0.937	0.738
ETTM após osteo	contínua	0.513	0,001	1.670	1.229-2.269	0.706

Tabela 36. Variáveis preditivas de osteoartrose pelo modelo de regressão logística múltipla ajustada para cada uma das variáveis. Legenda: osteo = osteossíntese

Analisámos ainda, as variáveis dicotómicas que obtiveram valor aceitável discriminativo e preditivo, com a obtenção duma área de curva ROC maior ou igual a 0.7 (Figura 54).

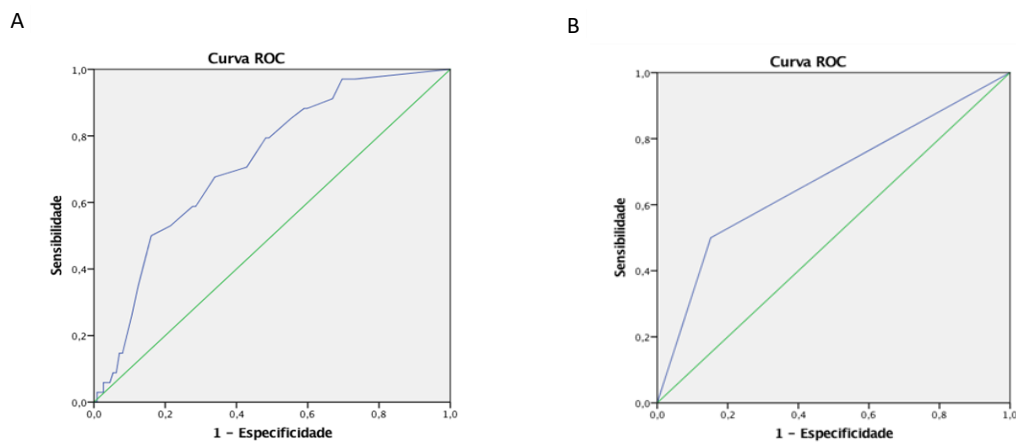


Fig. 54. Descrição da curva ROC referente ao espaço tibiotalar medial após osteossíntese maleolar. A: medição em mm; B: dicotomizada em < ou > 4 mm

Deste modo, considerando os valores de significância estatística $p < 0,05$ e valores $> 0,7$ da curva ROC, verificámos que o risco relativo de ocorrência de OA em média:

- Aumenta 13 vezes nas fraturas bi ou trimaleolares em relação às unimaleolares;
- Aumenta 7.6 vezes nas fraturas expostas em relação às não expostas;
- Aumenta 6.1 vezes quando há lesão sindesmótica em relação a quando não existe LS;
- Aumenta 5.2 vezes quando há lesão dos dois feixes do ligamento deltoide em relação a lesão do feixe superficial;
- Aumenta 5.2 vezes quando se verifica um espaço tibiotalar medial após osteossíntese maleolar > 4 mm em relação a um espaço < 4 mm.

Relativo às variáveis independentes pudemos concluir que o risco relativo de OA em média:

- Aumenta 1.7 vezes por cada aumento de 1 mm do espaço tibiotalar medial medido após osteossíntese maleolar;
- Aumenta 1.1 vezes por cada aumento de um grau na medição do ângulo desvio talar;

- Aumenta 0.8 vezes por cada aumento de 1 mm na medição do espaço tibiotalar medial medido na RX gravitacional;
- Diminui 0.8 vezes por cada aumento de 1 grau na medição do ângulo talocrural.

Selecionámos as variáveis categóricas que evidenciaram associação à exposição principal e ao *outcome*, nomeadamente: a lesão da sindesmose (teste χ^2 ; $p = 0,000$, OR 3,858 $p = 0,000$), o espaço tibiotalar medial após osteossíntese, dicotomizado em < 4 mm e ≥ 4 mm (teste χ^2 ; $p = 0,003$, OR 3,858 $p = 0,003$), confirmado por análise de regressão logística múltipla, e consideradas potenciais variáveis de confundimento.

A homogeneidade dos OR foi avaliada através do teste de Breslow-Day, considerando cada uma das variáveis:

- lesão da sindesmose, registámos um $p = 0,000$, pelo que não existe homogeneidade entre os OR dos diferentes estratos da variável selecionada, assim a LS representa uma interação entre a OA e a lesão do LD;
- espaço tibiotalar medial após osteossíntese, dicotomizado em < 4 mm e ≥ 4 mm, obtivemos um $p = 0,000$, pelo que não existe homogeneidade entre os OR dos diferentes estratos da variável selecionada, pelo que representa uma interação entre a OA e a lesão do LD.

Deste modo não foram encontradas variáveis de confundimento que pudessem potencialmente alterar os resultados. Contudo, duas das variáveis apresentaram interação entre a OA e a lesão do LD, exercendo um efeito moderador nas variáveis estudadas.

9.9 A “NOVA” CLASSIFICAÇÃO DAS FRATURAS MALEOLARES

Com a proposta de uma “NOVA” classificação das fraturas maleolares, procurámos estabelecer uma metodologia racional com descrição da fratura maleolar, tendo em conta o padrão de fratura e a lesão ligamentar. Apesar de obedecer aos princípios das classificações anteriores, pretendeu-se criar uma classificação mais compreensível, com uma aplicação mais prática, pela sua simplicidade, sem, contudo, descorar o poder descritivo e preciso, bem como o seu valor prognóstico. Deste modo, utilizando para o efeito a ecografia, procurámos avaliar a complexidade morfológica da fratura, estimar de forma direta a extensão da(s) lesão(ões) ligamentar(es), bem como a própria estabilidade articular.

Descrevemos a classificação das fraturas maleolares da seguinte forma:

- A estrutura alfanumérica segue a ordem de localização e morfologia da fratura no maléolo lateral:

Infra-sindesmótica (A); trans-sindesmótica (B); supra-sindesmótica (C).

- O segundo valor quantifica o número e localização da fratura:

uni maleolar (1); bimalleolar (2); trimaleolar (3).

- O terceiro item descreve a complexidade do traço da fratura:

simples (s) ou traço cominutivo (c), independentemente da localização da fratura.

- O quarto determina a lesão ligamentar: LTPAI (1); CLE (2); LTPPI (3); LD (4), seguindo uma orientação rotacional externa. Quando há lesão de vários ligamentos, todos deverão ser contabilizados seguindo a ordem numérica separados por virgula.

(ex.: B2c1,3,4).

Propõe-se ainda, classificar as fraturas isoladas ou sem associação a fratura do maléolo lateral, descrevendo-as como:

- Sem fratura maléolo lateral (O)
- Uni maleolar (1); bimalleolar (2)
- Maléolo medial (m); maléolo posterior (p)
- Associando-se a complexidade da fratura, simples (s); cominutiva (c)
- Descrição da lesão ligamentar, LTPAI (1); CLE (2); LTPPI (3); LD (4)

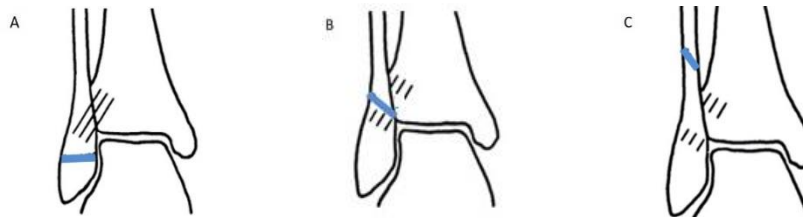
(ex: O1ms2; O2mpc1)

Propondo designá-la por “NOVA” classificação das fraturas maleolares ou “NOVA” *Ankle Fracture Classification* (NAF), (Figura 55).

A “NOVA” CLASSIFICAÇÃO DAS FRATURAS MALEOLARES

1- Nível do traço da fratura no maléolo lateral:

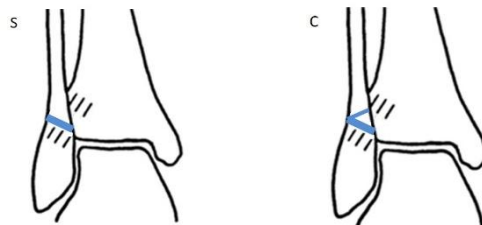
infra-sindesmótica (A); trans-sindesmótica (B); supra-sindesmótica (C)



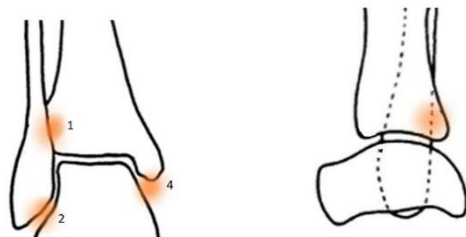
2- Número e localização da fratura: uni maleolar (1); bimaléolar (2); trimaleolar (3)



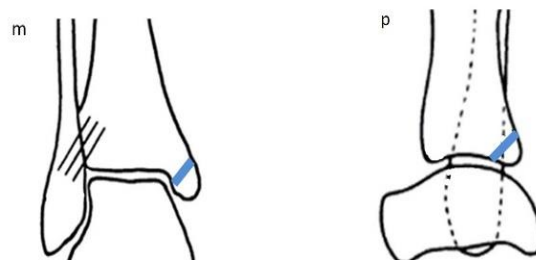
3- Complexidade da fratura: traço simples (s), traço cominutivo (c)
(independente do local da fratura)



4- Lesão ligamentar: LTPAI (1); CLE (2); LTPPI (3); LD (4)



5- Isoladas: sem fratura maléolo lateral (O); maléolo medial (m); maléolo posterior (p)



A “NOVA” CLASSIFICAÇÃO DAS FRATURAS MALEOLARES

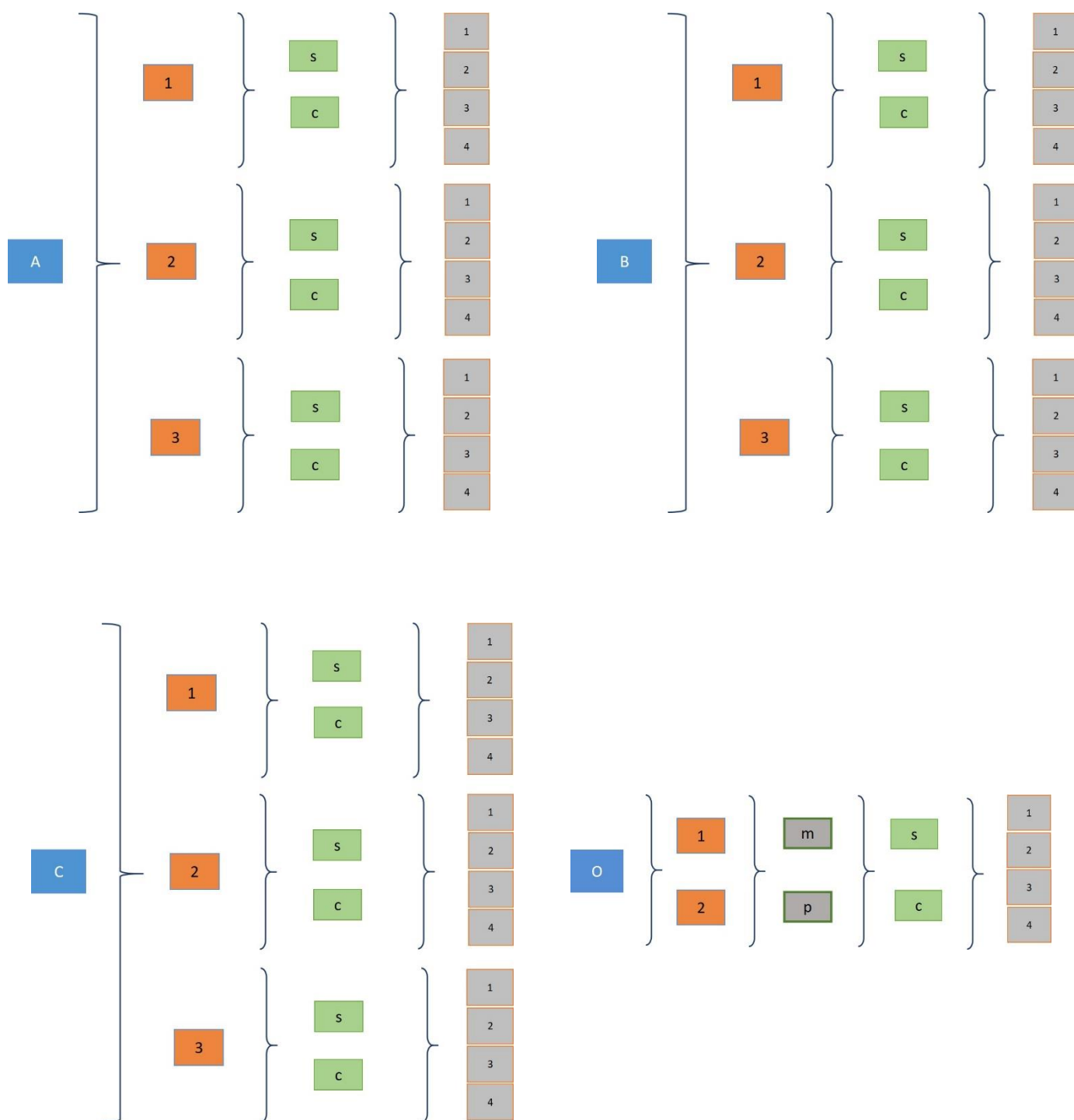


Fig. 55. Proposta da “NOVA” classificação de fraturas maleolares (NAF)

9.10 PROTOCOLO DE FRATURA ISOLADA DO MALÉOLO LATERAL

Baseando-nos nos resultados conseguidos e na evidência, tornou-se imprescindível estabelecer um novo protocolo de serviço para as fraturas isoladas do maléolo lateral, decisivo na determinação do seu grau de estabilidade e indicação cirúrgica (Figura 56).

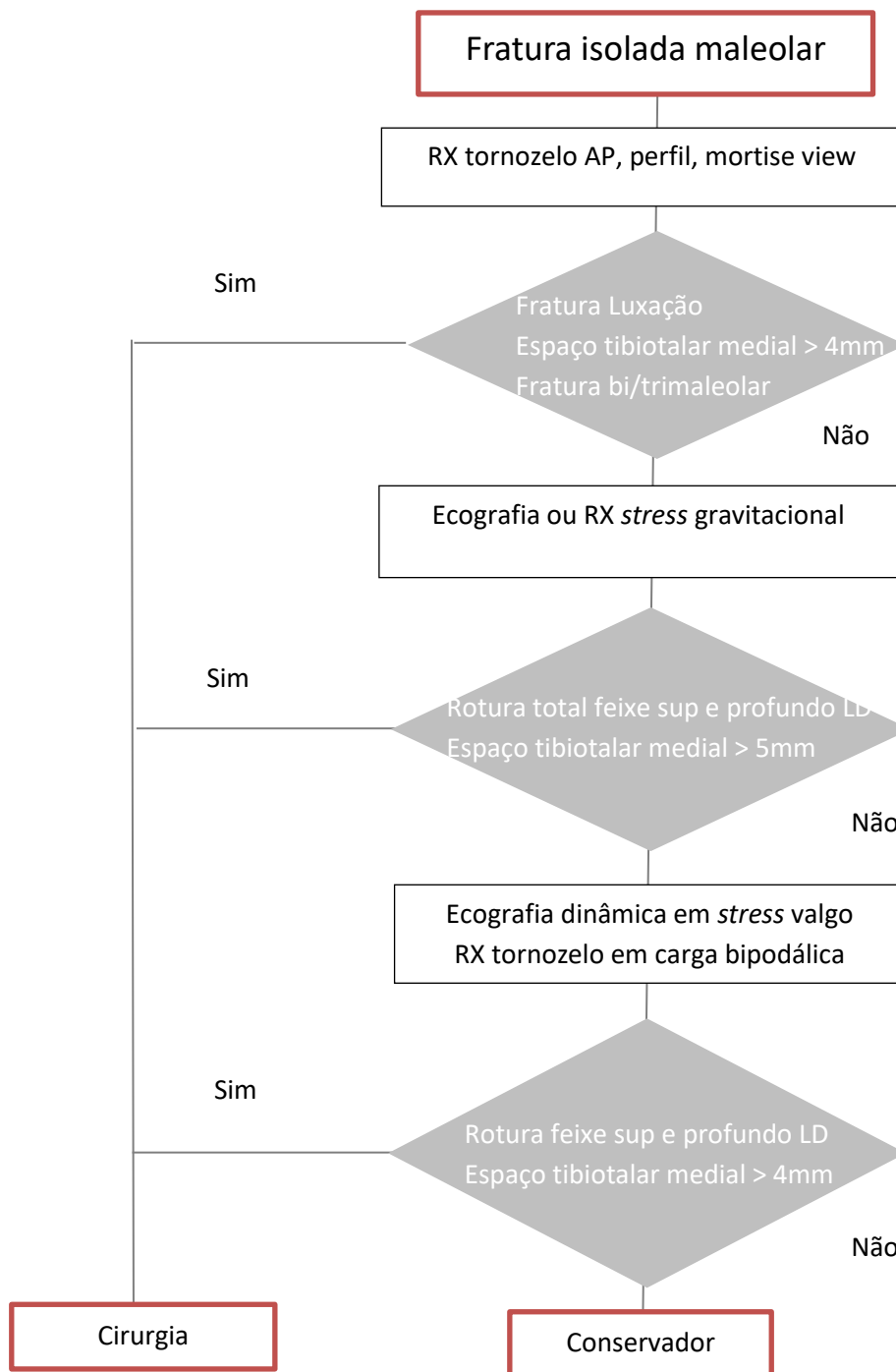


Fig. 56. Novo protocolo de fratura isolada maléolo lateral

10. DISCUSSÃO

A ultrassonografia (US) musculoesquelética sofreu recentemente um aumento de popularidade. Os avanços da tecnologia, incluindo o advento de transdutores de alta frequência, melhoraram significativamente a resolução da imagem. O custo relativamente baixo da US em comparação com a RM tornou-a um atraente método alternativo, razão pelo qual foi objeto do nosso estudo de investigação e por considerarmos ser uma ferramenta simples, eficaz e económica, crucial na avaliação tanto da integridade como da competência do LD. Ela tornou-se assim, fundamental na decisão de opção terapêutica em fraturas isoladas do maléolo lateral, na determinação do grau de estabilidade (antes e após a redução anatómica e osteossíntese da fratura maleolar), como também na decisão de suturar ou não o LD.

No nosso estudo, determinámos a validade e fiabilidade dos três testes utilizados (ecografia, gravitacional e *stress* rotação externa manual) como instrumentos de análise comparativa, bem como a repercussão que a lesão do LD teve na funcionalidade e no desenvolvimento posterior de osteoartrose.

Os indicadores do nosso projeto suportam-se numa população de 205 doentes com fratura maleolar, admitidos no serviço de urgência no período compreendido entre 10 fevereiro de 2016 e 30 novembro de 2017.

A elegibilidade dos participantes foi garantida através do cumprimento de critérios de inclusão e exclusão, minimizando a influência de possíveis variáveis de confundimento. A fim de se evitar o enviesamento da análise, os exames foram exclusivamente realizados pelo autor da investigação, embora a sua interpretação tenha sido concretizada por avaliadores independentes, cegos para os resultados prévios, eliminando assim o elemento

subjetivo da leitura. Utilizámos critérios de leitura semelhantes para os dois testes de *stress*, à semelhança do preconizado por Motley et al. (2010) e Rungprai et al. (2014).

Deste modo foi efetuado um estudo observacional longitudinal, coorte prospetivo comparativo, de não inferioridade, com criação de uma amostra sistemática e aleatorizada de 146 indivíduos.

10.1 ESTUDO EPIDEMIOLÓGICO-ANÁLISE DESCRITIVA

Em consonância com os estudos epidemiológicos de Elsoe et al. (2018) que apontam para uma maior incidência de fraturas do tornozelo na mulher, 93 (63.7%) dos nossos doentes são do género feminino. Contudo, obtivemos uma média de idade superior ao que esses autores reportaram, nomeadamente 52.1 ± 19.9 no grupo I e 56.6 ± 18.3 no grupo II ($p > 0,05$).

Também em acordo com Court-Brown e Caesar (2006), Elsoe et al. (2018) e Thur et al. (2012), a queda parece ter sido o mecanismo mais comum em 110 (75.3%) casos, seguido por acidente desportivo em 22 (15.1%) e acidente de viação em 13 (8.9%). Clinicamente, 112 (76.7%) dos indivíduos não tinham hábitos tabágicos e 30 (20.5%) tinham obesidade grau I, enquanto apenas 2 (1.4%) apresentavam obesidade grau II. Detetámos ainda 10 (6.8%) indivíduos com diabetes tipo II, e 3 (2.1%) com diabetes tipo I. Da mesma forma, 119 (81.5%) dos nossos doentes foram classificados como ASA I e II, sendo 27 (18.5%) ASA III e IV. Registámos um predomínio de fraturas à direita em 85 (58.2%), feridas ou flitenas em 23 (15.8%), fratura exposta em 3 (2.1%) e outras lesões traumáticas associadas em 34 (23.2%) indivíduos.

Em conformidade com outros estudos epidemiológicos (Court-Brown & Caesar, 2006; Court-Brown et al., 2015; Jensen et al., 1998; Marsh et al., 2002; Stufkens et al., 2010), o

padrão mais comumente encontrado foi a fratura do maléolo lateral, em 59.6%. Detetaram-se ainda as fraturas do tipo A em 31 (21.2%), do tipo B em 100 (68.5%) e do tipo C em 15 (10.3%). Importa, porém, salientar que os valores relatados se revelaram discretamente superiores aos reportados por Elsoe et al. (2018).

Nos indivíduos com fratura isolada maleolar, registámos a existência de equimose perimaleolar medial em 53 (60.9%), com apenas 29 (54.7%) a apresentarem queixas dolorosas locais. Relembramos que a presença de edema, equimose e sensação de dor / desconforto na região medial, poderá ser indicador de lesão de partes moles, mas não propriamente do LD. Alguns autores defendem o conceito de que estes sinais clínicos, tem um valor preditivo inadequado para a estabilidade medial da articulação do tornozelo (DeAngelis et al., 2007a; Koval et al., 2007; Nortunen et al., 2014; Tornetta, 2000).

10.2 ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE A RADIOGRAFIA *STRESS* GRAVITACIONAL E O TESTE *STRESS* MANUAL

Diversos autores (DeAngelis et al., 2007b; Gill et al., 2007; McConnell et al., 2004; Schock et al., 2007; Wang et al., 2017) analisaram as radiografias do tornozelo a 10º de rotação interna, após trauma, tendo concluído que um espaço tíbiotalar medial ≥ 4 mm ou ≥ 1 mm que o espaço tíbiotalar superior é indicativo de rotura dos feixes do ligamento deltoide.

No entanto, Park et al. (2006) e Sanders et al. (2012) referiram que um espaço tíbiotalar medial ≥ 5 mm, tem um valor preditivo superior na determinação do grau de instabilidade. Por outro lado, estudos recentes realizados em cadáver por Metitiri et al. (2016) alertaram-nos para o grau de erro desta medição e para a falta de precisão generalizada nas medições do espaço tíbiotalar medial, o que terá repercussão na decisão de tratamento. Este facto, não sendo de modo nenhum tranquilizador, impõe a comprovação científica da eficácia

dos dois instrumentos de diagnóstico utilizados (teste gravitacional e *stress* rotação externa manual).

No nosso estudo, comparando o teste RX Grav com o teste SREM, constatámos uma sensibilidade de 100% vs 97%, uma especificidade de 60% vs 100%, um valor preditivo positivo de 97% vs 100% e um valor preditivo negativo de 100% vs 60% ($p < 0,001$). Registámos também 2 falsos positivos no teste Grav e 2 falsos negativos no teste SREM. O ideal seria que todos os indivíduos com ou sem lesão do LD fossem adequadamente detetados pelo teste (VP e VN). Contudo, na prática tal raramente acontece (Gordis, 2011) o que constitui um potencial problema, pois se o indivíduo tiver a lesão e o teste for negativo (FN) optar-se-á por um tratamento conservador, enquanto se for positivo num indivíduo sem lesão (FP) poder-se-á propor cirurgia sem verdadeira necessidade de a realizar.

De igual modo, quando se comparou o teste RX Grav com o teste SREM, houve diferenças na sua validade, tendo em conta o ETTM entre 4 - 4.9 mm ou ≥ 5 mm. Verificámos que, um espaço ≥ 5 mm tinha uma sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo de 100% em todos esses parâmetros. Enquanto um espaço entre 4 - 4.9 mm, tinha uma especificidade e valor preditivo positivo de 100%, uma sensibilidade de 91% e um valor preditivo negativo de 60% ($p < 0,001$), o que revelou ter menor importância na avaliação da competência do LD. Saliente-se que estes dados foram consistentes com os que se relataram nos estudos em cadáver realizados por Park et al. (2006).

No nosso estudo, a média do ETTM medido em mm na RX Grav vs SREM com lesão do LD foi de 5.9 ± 3.4 vs 6.3 ± 3.2 , enquanto sem essa lesão foi de apenas 3.1 ± 0.6 vs 3.6 ± 0.5 ($p < 0,001$). Estes valores revelaram-se sobreponíveis aos resultados apresentados por Gill et al. (2007), Pitakveerakul et al. (2019), Schock et al. (2007) e van Leeuwen et al. (2019).

Uma vez que as decisões clínicas são frequentemente baseadas em diferenças de 1 a 2 milímetros, foi para nós crucial perceber qual a concordância na medição do espaço tibiotalar medial, nestes dois testes. Obtivemos valores ICC para intra / interobservador no teste Grav de 0.998 / 0.993 e no SREM de 0.998 / 0.994 respetivamente ($p < 0,001$). Os valores que obtivemos na concordância intra e interobservador foram classificados como quase perfeitos, enquanto a fiabilidade se revelou como excelente de acordo com Landis e Koch (1977) e Portney e Watkins (2000), o que contraria os estudos recentes realizados em cadáver por Metitiri et al. (2016).

Portanto provámos que, à semelhança do preconizado por outros autores (Gill et al., 2007; LeBa et al., 2015; Nortunen et al., 2014; Schock et al., 2007), estes instrumentos de avaliação indireta de competência do LD são ambos válidos e fiáveis.

10.3 ANÁLISE PRÉ CIRURGICA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E A RADIOGRAFIA *STRESS* GRAVITACIONAL

Os exames de imagem (ecografia) permitiram-nos identificar um total de 64 (79.0%) fraturas isoladas do maléolo lateral com rotura do DL e as seguintes características: 51 (79.7%) casos de roturas em todos os feixes, 56 (87.5%) proximais e 56 (87.5%) meramente parciais. Enquanto apenas oito (12.5%) indivíduos tinham roturas completas ($p < 0,001$). Existiu uma forte relação ($p < 0,001$) entre o tipo de fratura e a rotura do LD, sobretudo no tipo 44B2.1 e 44B2.3. Não obtivemos registo de rotura do LD em 17 (21.0%) indivíduos, apesar de em todos se ter documentado a presença de derrame/hematoma periligamentar. Nortunen et al. (2014) relataram resultados semelhantes com base numa análise de RM. Descreveram a rotura do LD em 77% dos casos, maioritariamente parciais, sendo que, apenas duas se revelaram lesões completas do feixe profundo. No entanto, obtiveram apenas uma concordância moderada. Outros autores (Cheung et al., 2009; Jeong

et al., 2014) tiveram resultados semelhantes com a mesma metodologia, registrando essencialmente roturas parciais do LD.

Adicionalmente, foram documentadas roturas do LS em 37 (57.8%) doentes, a maioria com fraturas tipo 44B2.3 ($p < 0,001$) o que é semelhante ao resultado referido no estudo de Jeong et al. (2014) que reportaram 55.6% de lesões do LS em RM. Porém estes valores são claramente inferiores aos apresentados (67.6%) por Bäckér et al. (2020). Importa salientar que estas lesões podem ser explicadas pelo mecanismo de rotação externa, dorsiflexão e pronação do pé, que originam o estiramento exagerado simultâneo do LD e LS.

Na análise de correlação entre os resultados obtidos na US e RX Grav, os indivíduos com lesão do feixe superficial do LD apresentaram um valor médio de ETTM de 4.2 ± 0.3 mm. Estes valores foram progressivamente aumentando para a rotura isolada do TTPP (4.5 ± 0.6 mm) ou de ambos os feixes do LD (6.2 ± 3.6 mm). Além disso os doentes sem lesão do LD, apresentaram um valor médio de ETTM de 2.7 ± 0.5 mm, enquanto a rotura parcial ou completa correspondia a valores também crescentes de 5.2 ± 2.4 mm e 9.9 ± 5.8 mm, respetivamente. Note-se que as roturas distais tiveram ETTM maiores (9.2 ± 7.8 mm) em relação às proximais (5.5 ± 2.6 mm), ($p < 0,001$). Os nossos resultados foram semelhantes aos obtidos por Travis Motley et al. (2010). Estes autores efetuaram artroscopia e RX Grav aos seus doentes, demonstrando que um ETTM ≥ 5 mm, correspondia a rotura completa do LD, enquanto que valores mais baixos (4 - 4.9 mm) representavam apenas uma lesão parcial ou mesmo sem rotura. Reforçando o que acabámos de referir, vários estudos confirmaram que um ETTM ≥ 5 mm, deverá constituir o *cut-off* para o processo de tomada de decisão no tratamento da fratura isolada do maléolo lateral (Cavanaugh et al., 2018; LeBa et al., 2015; Koval et al., 2007; Nortunen et al., 2014; Park et al., 2006; Sanders et al., 2012; Schottel et al., 2015). Contudo, apesar de valores de ETTM mais altos

corresponderem habitualmente a rotura de ambos os feixes do LD, a dúvida persiste quanto a roturas parciais de ambos os feixes. Note-se que na nossa investigação, observámos 24 (37.5%) fraturas isoladas do maléolo lateral associadas a roturas parciais de ambos os feixes do LD e que revelaram um ETTM inferior a 5 mm. Nestes casos, quando se põe em causa uma tomada de decisão cirúrgica, aconselhamos a realização do teste SREM durante o exame ecográfico, tornando a lesão mais evidente, beneficiando o diagnóstico e a indicação cirúrgica, à semelhança do defendido por Park et al. (2017a).

Com base nos nossos resultados, a US foi uma modalidade diagnóstica altamente precisa (sensibilidade de 100%, especificidade de 90%, valor preditivo positivo de 97% e valor preditivo negativo de 100%) na avaliação do ligamento deltoide (Rosa et al., 2020). Este achado revelou-se consistente com os estudos anteriores de Henari et al. (2011) numa série de apenas 12 doentes.

Tivemos também 2 falsos positivos, que correspondiam a doentes com roturas parciais e proximais de ambos os feixes do DL, onde os valores de ETTM eram de 2.9 e 3.9 mm, estando o último valor próximo do nosso *cut-off* para instabilidade.

Adicionalmente, a fiabilidade intra e interobservador da ecografia foi superior a 0.81 (estatística Kappa) o que, de acordo com Landis e Koch (1977) e Fleiss et al. (2003) é considerado a valorização máxima, ou seja, de quase perfeita ($p < 0,001$).

Em sùmula, a ecografia revelou ser uma ferramenta eficaz, válida e fiável na avaliação da integridade e competência do ligamento deltoide, salientando-se ainda, que conseguimos distinguir os feixes superficiais dos profundos e, além disso, caraterizar adequadamente a rotura do LD. De acordo com os nossos resultados um $ETTM \geq 5$ mm em testes de *stress*

radiográficos, deverá constituir o *cut-off* para o processo de tomada de decisão no tratamento cirúrgico da fratura isolada do maléolo lateral. Estes valores corresponderam na ecografia, a uma rotura completa/ parcial de ambos os feixes do LD. No entanto, a dúvida persiste nos 37.5% casos que encontrámos com roturas parciais de ambos os feixes e com um ETTM < 5 mm. Nestes casos, sempre que esteja em causa a tomada de decisão cirúrgica, aconselhamos a realização do teste SREM durante o exame ecográfico, que poderá tornar a lesão mais evidente, permitindo de uma forma direta e dinâmica avaliar tanto a integridade como a competência do ligamento deltoide.

10.4 ANÁLISE INTRAOPERATÓRIA COMPARATIVA ENTRE A ECOGRAFIA E A RADIOGRAFIA *STRESS* MANUAL

Como ferramenta de avaliação de estabilidade da fratura maleolar, foi realizada no bloco operatório, a ecografia em 115 (78.8%) doentes. Não houve registo de rotura do LD em 22 (19.1%) apesar de ter sido documentado em todos hematoma / equimose peri-ligamentar. Foi descrita lesão do LD em 93 (80.9%) indivíduos, havendo um predomínio de rotura de ambos os feixes em 63 (67.7%) doentes ($p < 0,001$). Observámos ainda que a rotura do LD era parcial em 85 (91.4%) indivíduos e completa em apenas 8 (8.6%), ($p < 0,001$). De igual modo, confirmámos que a maioria das roturas eram proximais 84 (90.3%), ($p < 0,001$). Koval et al. (2007) também tiveram resultados similares na RM, detetando essencialmente roturas parciais do LD. Note-se que Park et al. (2017b) ao registarem 92.3% roturas do LD em US, confirmadas por artroscopia, detetaram valores superiores aos obtidos na nossa investigação. Contudo, estes autores avaliaram apenas 21 e 13 doentes respetivamente, o que diminui a relevância dos seus estudos.

Em acumulação com a lesão do LD, foi também diagnosticada instabilidade do LS em 72 (62.6%) doentes, um número ligeiramente superior ao reportado no capítulo anterior. Os

nossos valores aproximam-se dos que Bäckér et al. (2020) obtiveram de 67.6%. Não obstante, registámos igual valor de lesões do LTPAI (53%), que no nosso estudo correspondiam essencialmente a fraturas Wagstaff-Le Fort (70.5%) classificadas como 44B2.3 e 44B3.3 ($p < 0,05$). No entanto, Jeong et al. (2014) descrevem valores inferiores de lesão do LS (55.6 %) utilizando a RM para a sua avaliação.

Comparámos o teste SREM com a US e verificámos que 22 (81.5%) casos com ETTM < 4 mm não apresentavam rotura do LD na imagem ecográfica. Porém, de entre os que tinham um espaço tíbiotalar medial entre 4 - 4.9 mm, 20 (55.6%) apresentavam rotura parcial de ambos os feixes e na maioria 33 (91.7%) eram proximais à sua inserção no maléolo medial. Enquanto num ETTM ≥ 5 mm, 41 (78.9%) correspondiam a roturas de ambos os feixes do LD, maioritariamente também parciais e proximais à sua inserção ($p < 0,001$).

Fazendo a correlação entre os resultados obtidos na US e no SREM, os indivíduos com lesão do feixe superficial do LD, tiveram um valor médio de ETTM de 4.3 ± 0.5 mm, aumentando progressivamente estes valores quando se documentou rotura isolada do feixe profundo (5.2 ± 1.2 mm) ou de ambos os feixes do LD (6.4 ± 3.2 mm). Do mesmo modo, quando não existe lesão do LD encontrámos um valor médio de ETTM de 3.0 ± 0.7 mm, com a rotura parcial a revelar 5.5 ± 2.0 mm e a completa 10.8 ± 4.6 mm ($p < 0, 001$). Estes valores são discretamente superiores aos do teste Grav anteriormente apresentados. Porém, contrariando a tendência previamente demonstrada, o ETTM correspondente às roturas distais foi menor (7.9 ± 5.6 mm), ($p < 0, 001$). Importa referir que Schottel et al. (2015) obtiveram valores ligeiramente superiores aos nossos, quando compararam o ETTM do teste *stress* manual com os dados da imagem da RM, especificamente 4.3 ± 0.98 mm sem rotura do LD e 5.8 ± 1.8 mm com rotura do feixe profundo do LD. Por isso mesmo, estes autores consideraram haver uma zona cinzenta de incerteza nos doentes onde se detetou

um ETTM entre 4.0 e 5.5 mm, aconselhando sempre que tal aconteça, a realização de RM como certificação da avaliação do estado do LD e eventual opção cirúrgica.

No nosso estudo, verificámos que a sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo e negativo da ecografia foi de 100%, 82%, 95% e 100% respetivamente, valores semelhantes aos apresentados anteriormente tomando como comparação a RX gravitacional e isto apesar da sua especificidade ser ligeiramente inferior. Kim et al. (2020) referem também resultados similares na US quando a compararam com a artroscopia. Contudo, estes autores avaliaram apenas 25 doentes, o que diminui a relevância do seu estudo.

Note-se que efetuámos a análise das imagens ecográficas gravadas no final do nosso protocolo em dois tempos diferentes pelo investigador e por observador independente, radiologista experiente em ecografia musculoesquelética, ambos cegos para os resultados prévios. À semelhança dos resultados anteriores, obtivemos uma relação muito forte na concordância ($p < 0,001$). Não obstante, a fiabilidade variou de boa a quase perfeita, com valores mais baixos na avaliação do tipo de feixes intra e interobservador (valor Kappa *statistic* 0.728) e na avaliação da integridade no interobservador (valor Kappa *statistic* 0.679). Ainda assim, estes valores são superiores aos reportados por Naredo et al. (2006) que obtiveram uma fiabilidade interobservador apenas de moderada a boa. Estes autores manifestaram-se críticos em relação à falta de padronização da técnica ecográfica utilizada no seu estudo. Além disso, eles não avaliaram o estado ligamentar das articulações estudadas, pelo que, ambos os aspetos divergem do nosso estudo.

Em sùmula, a ecografia confirmou ser uma ferramenta eficaz, válida e fiável na avaliação da integridade e competência do ligamento deltoide. No entanto, a dúvida continua a persistir, quando temos roturas parciais de ambos os feixes, uma vez que uma

percentagem (34.9%) apresenta um espaço tibiotalar medial inferior a 5 mm e por conseguinte abaixo do *cut-off* referido para a tomada de decisão no tratamento cirúrgico de fraturas isoladas do maléolo lateral. Nestes casos, poderá estar indicada a realização do teste SREM durante o exame ecográfico, o que poderá tornar a lesão mais evidente, permitindo assim de uma forma direta e dinâmica, avaliar tanto a integridade como a competência do ligamento deltoide, que nos parece absolutamente fundamental.

10.5 AVALIAÇÃO INTRAOPERATÓRIA COM RECURSO À ECOGRAFIA DA NECESSIDADE DE REPARAÇÃO DO LIGAMENTO DELTOIDE

Estudos recentes sugerem que a reconstrução do LD alivia a dor, promove a recuperação funcional e diminui o espaço tibiotalar medial. Diversos autores já estudaram comparativamente o tratamento conservador vs a sutura do LD (Chen et al., 2008; Rungprai et al., 2017; Woo et al., 2017) enquanto outros avaliaram o tratamento cirúrgico, com ou sem sutura do DL (Dabash et al., 2019; Gu et al., 2017; Lee et al., 2019; Wang et al., 2017; Yu et al., 2015; Zhao et al., 2017). No entanto, subsiste a controvérsia quanto à necessidade da sua reparação cirúrgica. Baird et al. (1987), De Souza et al. (1985) e Harper et al. (1988) argumentavam que os resultados eram independentes da opção escolhida, alertando para o facto da rotura do feixe profundo do LD seria difícil de reparar e que uma fixação da sindesmose inter-tibioperonial com parafuso, estabilizaria o tornozelo de forma satisfatória.

No nosso estudo, de um total de 115 (78.8%) fraturas maleolares com indicação cirúrgica, 93 (80.9%) apresentavam lesão do LD ($p < 0,001$), sendo que 30 (32.3%) estavam associadas a fratura do maléolo medial, classificadas predominantemente como 44B2.2, 44B2.3, 44C1.3, 44C2.2, 44C2.3 e 44C3.3 ($p > 0,05$). Quanto ao tipo de lesão, 14 (46.7%) eram do

feixe TTPP, 13 (43.3%) do TN e TTPP e 3 (10%) do TN ($p < 0,001$). A média do espaço tibiotalar medial foi de 5.3 ± 1.3 (Min 3.2 e Max 7.7), ($p < 0,001$) não se detetando diferenças com significado estatístico entre o grupo I e II ($p > 0,05$). Confirmámos assim, que a fratura do maléolo medial não exclui a rotura do LD como constatado por outros autores (Kusnezov et al., 2017; Schuberth et al., 2004; Stufkens et al., 2012).

A avaliação da integridade e competência do LD após osteossíntese maleolar, concretizou-se de duas formas: nas isoladas, com novo controlo ecográfico. Por outro lado, sempre que coexistiu fratura do maléolo medial e confirmação ecográfica prévia da lesão, efetuámos exploração direta do feixe. Relembramos que a persistência de um espaço tibiotalar medial, após a redução e osteossíntese maleolar, deve levantar a suspeita de que a integridade e competência do LD está de alguma forma comprometida (Femino et al., 2013; Hintermann et al., 2006; Li et al., 2019; Rosa et al., 2019; Tornetta, 2000).

Assim, e após osteossíntese da(s) fratura(s), considerámos haver instabilidade residual, quando observámos em ecografia uma aparente desorganização ou interrupção das fibras do LD. Nestes casos, realizámos comparativamente o teste *de stress* rotação externa manual, considerando-o positivo perante um espaço tibiotalar medial ≥ 4 mm. Deste modo, constatámos em 34 (29.5%) indivíduos existir persistência de instabilidade articular medial, o que é discretamente superior aos 26% que Tornetta (2000) referiu. No conjunto de casos que apresentavam instabilidade residual, em 17 (29.8%) indivíduos do grupo I realizámos a sutura do LD, restaurando a sua anatomia osteo-ligamentar, suportados pela noção de que a estrutura ligamentar cicatriza melhor sempre que suturada (Butler et al., 2020; Rigby & Scott, 2018; Salameh et al., 2020).

Refira-se ainda, que em 7 (12.3%) destes doentes se utilizou uma sutura com âncora e fio não reabsorvível, na sequência de rotura completa de ambos os feixes em fraturas do tipo

44B2.3, 44B3.1, 44B3.3 e C3.1. Nas restantes 10 (17.5%) fraturas do tipo 44B2.2, 44B2.3, 44B3.3 e 44C1.3 com rotura parcial do feixe posterior ou de ambos os feixes do LD, optámos por uma sutura trans-óssea ($p < 0,001$).

Três (42.8%) dos doentes suturados com âncora, tiveram necessidade de estabilização com parafuso sindesmótico adicional ($p < 0,001$) correspondendo ao tratamento de fraturas mais complexas ou com fragilidade óssea do tipo 44B3.3 e 44C3.1 e 44B2.3. Importa ainda referir que Rigby e Scott (2018) manifestaram a mesma opinião, sugerindo a adição de uma fixação sindesmótica como opção para diminuir o *stress* sobre o LD reparado.

No final da cirurgia que realizámos, foi efetuado novo controlo ecográfico, procurando avaliar a orientação das fibras ligamentares, tendo sido comprovado uma boa reorganização em todos os casos.

No grupo II e em 17 (29.3%) indivíduos ($p < 0,001$) foi efetuado uma redução do espaço sindesmótico com um ou dois parafusos de 3.5 mm a quatro corticais, tendo os doentes com espaço tibiotalar entre os 4 - 4.9 mm sido classificados como 44A3.2, 44B2.2, 44B2.3, 44B3.2, 44B3.3, 44C1.1 e 44C3.3. Enquanto os que se apresentavam com uma distância ≥ 5 mm eram do tipo 44B2.1, 44C2.2 e 44C2.3 ($p < 0,01$). No final, efetuámos novo teste de avaliação de instabilidade, registando-se em todos um espaço tibiotalar medial final < 4 mm e por isso mesmo, indicador de estabilidade. De um modo consistente com os nossos resultados, Wu et al. (2018) também referiram resultados funcionais e radiológicos bons e sobreponíveis aos nossos com fixação sindesmótica e sutura do LD.

Salientamos ainda, que qualquer tratamento cirúrgico do tornozelo deve restabelecer a normal biomecânica funcional, bem como a geometria articular e ligamentar, contribuindo decisivamente para uma função normal (Butler et al., 2020; Leardini et al., 2000; Tochigi et al., 2006; Watanabe et al., 2012).

Em súmula, a ecografia, realizada no intraoperatório demonstrou ser útil no diagnóstico de lesão do LD (80.9%). Além disso, ficou demonstrado poder existir uma associação entre a fratura do maléolo medial e disrupção do LD (32.3%), detetada sobretudo em fraturas mais complexas do tipo 44 B e C. Caracteristicamente estas lesões eram também mais periféricas (feixe TTPP ou de ambos TN e TTPP).

Sai, portanto, reforçado a importância da ecografia na deteção de instabilidade residual (29.5%) inerente, observada nas faturas mais complexas e associadas a lesão do LD. O seu diagnóstico adequado, tornou-se fundamental sobre a tomada de decisão de suturar ou não o ligamento deltoide. Por outro lado, também se revelou importante no controlo pós cirúrgico, assumindo-se como uma forma de avaliação da estabilidade final obtida. Aliás, esta deve ser considerada uma norma obrigatória em qualquer abordagem terapêutica, confirmando-se ter um papel primordial na procura de um bom resultado.

10.6 ANÁLISE CLÍNICA E RADIOLÓGICA - INICIAL, SEIS MESES E APÓS O ANO SEGUIMENTO

A qualidade de vida relacionada com a saúde, a capacidade funcional de cada doente e as escalas de avaliação da dor e satisfação, têm sido utilizadas com frequência crescente em diversos trabalhos científicos, procurando traduzir eventuais limitações de acordo com a própria perspetiva do doente. Reconhecendo a importância do uso de instrumentos de medição da qualidade de vida e estado de saúde das populações na programação de intervenções cirúrgicas e na descoberta de novas técnicas, têm sido publicados estudos que de algum modo tentaram estabelecer a sua eventual equivalência cultural, regional e mesmo étnica, proporcionando deste modo uma validação e consequente utilização (Del Castillo et al. 2012). Foi precisamente com esse pensamento que estabelecemos uma metodologia de avaliação clínica e funcional no nosso grupo de estudo, selecionando as

escalas mais adequadas, incidindo especificamente na sua aptidão física, intensidade da dor e qualidade de vida.

Com a utilização da escala funcional selecionada, *AOFAS*, obtivemos valores em média progressivamente crescente, na altura do trauma (18.9 ± 18.5), aos ≥ 6 meses (89.5 ± 9.7) e com ≥ 1 ano de seguimento (93.6 ± 7.5).

A dor é também um dos parâmetros cuja importância na avaliação clínica e funcional se torna absolutamente indispensável, devendo quantificar-se a sua intensidade e progressão no tempo. Assim, como instrumento unidimensional da sua avaliação, recorreremos à escala analógica da dor – *VAS*, registando uma diminuição progressiva e significativa nos três *check points* selecionados: desde a primeira avaliação na altura do trauma (74.5 ± 16.2), após ≥ 6 meses (19.1 ± 20.9) e com ≥ 1 ano de seguimento (15.4 ± 20.9), o que traduz uma evolução muito favorável, relevante e que importa salientar.

A qualidade de vida em relação à saúde define-se como a auto-perceção dos efeitos funcionais decorrentes da doença e sua terapêutica, refletindo a forma como um indivíduo a parece ter ganho ou perdido. Para a quantificação desse parâmetro selecionámos o formulário da *Euroqol (EQ-5D)*, que estando validado é de fácil utilização e de grande fiabilidade. Como é conhecido, a qualidade de vida será tanto melhor quanto mais o seu valor se aproximar do resultado ideal de 1.000.

Nos nossos doentes e no primeiro *check point*, o valor médio do *EQ-5D* foi naturalmente baixo (0.013 ± 0.199) indicando um manifesto decréscimo da sua qualidade de vida; com ≥ 6 meses de seguimento já obtivemos uma melhoria do estado de saúde (0.679 ± 0.245), enquanto que com ≥ 1 ano de seguimento registámos uma média de 0.772 ± 0.244 , muito próximos da normalidade.

Para os três instrumentos de avaliação clínica anteriormente referidos, a idade, o gênero ou o tipo de fratura, não foram detetadas diferenças com significado estatístico entre os grupos I e II ($p > 0,05$). Porém, no grupo I detetámos uma forte evidência de diferença ($p < 0,01$) do score *AOFAS*, quando comparámos os indivíduos com e sem lesão do LD no momento do trauma, sendo os resultados naturalmente piores quando ocorreu fratura associada a lesão do LD. Saliente-se que os nossos dados estão de acordo com os que outros autores referiram, ou seja uma melhoria da funcionalidade, da dor e qualidade de vida, tão significativa e expressiva como a que obtivemos no nosso estudo (Chen et al., 2008; Egol et al., 2006; Li et al., 2019; Nilsson et al., 2007; Strauss et al., 2007; Tejwani et al., 2007; Verhage et al., 2015).

Analisando as RX convencionais realizadas na urgência nos grupos I e II, detetámos uma diferença com significado estatístico do espaço tibiotalar medial, com valores de 4.2 ± 3.4 vs 3.0 ± 0.8 mm, respetivamente ($p < 0,01$). Aliás, uma diferença significativa também foi detetada no ângulo talocrural de 11.6 ± 3.3 mm vs 10.0 ± 4.3 mm ($p < 0,05$) bem como no desvio talar com 0.9 ± 3.2 mm vs -1.4 ± 0.9 mm ($p < 0,05$), porventura relacionado com os diferentes padrões da fratura. Nas restantes medições (ângulo desvio talar e espaço tibiotalar superior) não foi possível evidenciar diferenças com significado estatístico em ambos os grupos ($p > 0,05$). Salientamos que no final do período de seguimento não foram registadas quaisquer diferenças significativas nos dois grupos, para todas as variáveis estudadas ($p > 0,05$).

Por outro lado, quando analisámos a influência do estado do LD (com e sem lesão) nas medições radiográficas dos grupos I e II, detetámos diferenças com significado estatístico nomeadamente na medição do espaço tibiotalar medial (urgência) onde registámos no grupo I, 4.7 ± 3.8 mm vs 2.7 ± 0.5 mm ($p < 0,05$) e no grupo II, 3.4 ± 0.8 mm e 2.6 ± 0.5 mm,

respetivamente ($p < 0,001$). Do mesmo modo, também se verificaram diferenças com significado estatístico na medição do espaço tibiotalar superior (urgência) registrando-se no grupo I, 3.5 ± 0.8 mm vs 2.9 ± 0.5 mm ($p < 0,05$) e no grupo II, 3.7 ± 0.9 mm vs 2.9 ± 0.5 mm, respetivamente ($p < 0,001$). Em todas as outras medições (ângulo talocrural, ângulo desvio talar e desvio talar) não obtivemos qualquer diferença com significância estatística entre os dois grupos nem mesmo quando ponderado o estado do ligamento deltoide ($p > 0,05$). Da mesma forma, também não houve diferenças com significado estatístico no final de seguimento nos dois grupos para todas as variáveis estudadas ($p > 0,05$).

Salientamos ainda que no final de seguimento, os valores do ETTM diminuíram para 2.7 ± 0.5 mm nos dois grupos em estudo. Estes valores estão de acordo com o que Zhao et al. (2017) referiram, sublinhando que a sutura cirúrgica do DL contribui para a diminuição do ETTM, especialmente nas fraturas 44C. Com idêntica preocupação, Gu et al. (2017) avaliaram a diminuição do ETTM em fraturas do tornozelo tratadas cirurgicamente com e sem sutura do DL, concluindo que a reparação do DL desempenha um papel positivo na restauração do espaço tibiotalar medial, em termos da função do tornozelo e redução da intensidade da dor (crónica).

Embora a cirurgia das fraturas instáveis do tornozelo seja considerada um procedimento de rotina acarreta sem dúvida um risco assinalável de complicações. No nosso estudo tivemos 19 (13%) das quais: cinco (4.3%) infeções (*Enterobacter Cloacae complex*, *Staphylococcus Aureus Metilino* sensível e *Staphylococcus Aureus Metilino* resistente) quatro (3.5%) deiscências de ferida; três (2.6%) granulomas de corpo estranho (fio de sutura); quatro (3.5%) hipoestesia do bordo lateral do pé; três (15%) falências de parafuso sindesmótico (44C2.3, 44C3.1 e 44B2.3), ($p < 0,001$) todas associadas a lesão do LD ($p > 0,05$).

O número de infeção detetadas por Tantigate et al. (2020) foi de 6% o que está de acordo com os nossos resultados e com os que Sculco et al. (2016) referiram. De forma cumulativa Dodson et al. (2013) encontraram valores superiores (17%), referindo como fatores de risco as fraturas trimaleolares, a exposição, bem como a coexistência de outras fraturas. Importa salientar que Zalavras et al. (2009) apresentaram alta taxa de recorrência de infeção (28%). Tal não se verificou na nossa investigação, o que reforça a importância dos nossos resultados.

Do mesmo modo, não tivemos registos de mau alinhamento, atrasos de consolidação ou pseudartrose, o que está de acordo com o que Colaco et al. (2017) referiu. Não obstante, existem estudos que referem que os detetaram, Dodson et al. (2013), Hu et al. (2018) e Shibuya et al. (2013), referindo valores que oscilavam entre 4 - 6%, 8 - 20% e 4 - 12%, respetivamente. Esta complicação é tão frequente que Matson et al. (2017) referiram como fator preditivo negativo de atraso de consolidação: a obesidade, a luxação e o atraso da cirurgia por lesão de partes moles. Embora todos estes estudos sejam retrospectivos, o que de facto poderá constituir um viés, não deixa de reforçar a importância dos resultados que obtivemos.

Em sùmula, a avaliação clínica dos nossos doentes fez-se em termos de qualidade de vida, intensidade da dor, inaptidão física e perfil psicológico, elegendo para esse efeito os testes mais adequados e mais utilizados em estudos semelhantes (*AOFAS*, *VAS* e *EQ-5D*). Obtivemos assim desde a primeira avaliação na urgência e até aos 18 meses de seguimento, valores em média progressivamente crescentes para a *AOFAS* e *EQ-5D* associado a valores decrescentes de intensidade da dor (*VAS*), o que consideramos cumulativo. Além disso, a franca melhoria do estado de saúde em termos clínicos, funcionais e psicológicos, na ordem dos 495% revela-se muito favorável e merecedora de referência.

10.7 DETERMINAÇÃO DOS FATORES PREDITIVOS DO RESULTADO FUNCIONAL

O conhecimento de fatores preditivos de recuperação funcional de um doente com fratura maleolar é essencial, pois permitirá um prognóstico preciso da recuperação funcional possível, viabilizando uma reabilitação específica e certamente mais vantajosa para o seu estado de saúde. Contudo, apesar de ser um tema relevante e atual, na literatura têm sido publicados muito poucos estudos sobre o assunto.

Dada a excelente correlação linear (0.918) entre os instrumentos de medição clínica utilizados no nosso estudo (*AOFAS*, *VAS* e *EQ-5D*) optámos por utilizar como parâmetro de avaliação de recuperação funcional a escala *AOFAS*, estratificada em 4 níveis: excelente (90 - 100 pontos), bom (75 - 89 pontos), razoável (50 - 74 pontos) e fraco (< 50 pontos).

Importa salientar que, não encontrámos diferenças com significância estatística entre os dois grupos (I e II) e independentemente do tempo decorrido ($p > 0,05$).

Com esta metodologia e à data do trauma, obtivemos um valor médio da escala *AOFAS* nos doentes com lesão do LD (15.7 ± 15.1) e sem lesão (25.3 ± 22.0), mostrando uma diferença com significado estatístico ($p < 0,01$). Contudo, observámos valores progressivamente superiores da *AOFAS* aos 6 meses (89.5 ± 9.5 vs 90.0 ± 9.8) e no final de seguimento (93.8 ± 7.8 vs 93.0 ± 8.6), mais uma vez sem diferenças com significado estatístico nos grupos estudados ($p > 0,05$). Em sintonia com os nossos resultados, Sculco et al. (2016) demonstraram que os seus doentes tiveram uma melhoria significativa da função ao longo do tempo, sobretudo entre os 6 meses e um ano após a cirurgia. Estes resultados são semelhantes aos reportados também por Donken et al. (2012), Hong et al. (2013), Shukla et al. (2016) e Tejwani et al. (2007).

No final do nosso seguimento obtivemos resultado excelente em 115 (78.8%) doentes e bom em 29 (19.9%). Apenas 2 (1.4%) casos foram classificados como razoáveis: 1 (0.7%) com fratura tipo 44C1.3 e rotura de ambos os feixes do LD e outro (0.7%) com fratura tipo 44B3.3 e sem lesão do LD ($p > 0,05$).

De entre os doentes que foram submetidos a reparação do LD com âncora, 6 (85.7%) tiveram um resultado excelente e 1 (14.3%) bom. Por outro lado, nos casos em que se procedeu a sutura direta do LD, 7 (70%) tiveram um resultado excelente e 3 (30%) bom ($p > 0,05$). Relativamente aos casos em que efetuámos estabilização com parafuso sindesmótico, 11 (64.7%) tiveram um resultado excelente e 6 (35.3%) bom ($p > 0,05$).

No que respeita às variáveis dicotómicas e independentes, verificámos que a probabilidade de recuperação funcional foi diferente consoante avaliámos o modelo à data do trauma, aos seis meses e no final do seguimento. Para uma melhor compreensão, descrevemos em seguida as co-variáveis por ordem decrescente de risco.

À data do trauma, a probabilidade de recuperação funcional diminui: no doente operado; se utilizado parafuso sindesmótico; com fratura luxada; em fraturas bi ou trimaleolares; se suturado o ligamento deltoide; com rotura do ligamento deltoide completa ou de ambos os feixes; com exposição da fratura; nos doentes ASA III / IV; com um aumento do espaço tibiotalar medial (teste SREM antes e após osteossíntese e/ou no RX AP na urgência) e ainda perante aumento do ângulo de desvio talar. Por outro lado, a probabilidade de recuperação funcional aumenta em média quando a rotura do LD é parcial, ou por cada aumento de um grau do ângulo talocrural.

Em harmonia com o anteriormente descrito, aos 6 meses de seguimento, a probabilidade de recuperação funcional foi semelhante para as variáveis acima descritas, apesar de se ter constatado um menor risco de ocorrência.

Contudo, no último *check point* selecionado, verificámos que a probabilidade de recuperação funcional diminui em média apenas: quando há rotura completa do LD; por cada aumento de uma década de vida (sobretudo com mais de 50 anos de idade) e ainda nos doentes ASA III / IV. Além disso, a probabilidade de recuperação funcional aumenta em média por cada acréscimo de um grau do ângulo talocrural.

Egol et al. (2006) também determinaram os fatores preditivos de recuperação funcional aos três meses, seis meses e com um mínimo de um ano. Em concordância com os nossos resultados, estes autores referem que, a partir dos seis meses após a cirurgia, 90% dos doentes tem pouca ou nenhuma dor e uma função normal. Descreveram como preditivos positivos da recuperação funcional a idade mais jovem, o género masculino, a ausência de diabetes e ASA I / II. Salientamos que à semelhança dos nossos resultados, Johnson et al. (2019) e Van Schie-Van der Weert et al. (2012) também não detetaram associação com género, diabetes e resultado funcional (AOFAS).

De igual modo, Obremskey et al. (2009) descreveram que idade superior a 50 anos foi preditivo de uma menor recuperação funcional. Estes autores reforçam ainda, que os seus doentes com fratura instável, recuperaram a capacidade funcional entre os 4 - 6 meses de seguimento, o que está de acordo com os nossos resultados.

Quanto a eventuais diferenças com significado estatístico Broos e Bisschop (1991), Verhage et al. (2015) detetaram-na entre fraturas uni e bi / trimaleolares, alertando que nestas os doentes tinham menor capacidade de recuperação funcional (longo prazo), o que está mais uma vez de acordo com o nosso estudo. No entanto, ao contrário dos nossos resultados, tanto Donken et al. (2012) como Verhage et al. (2015) não mencionam quaisquer diferenças quando as fraturas maleolares se apresentam com ou sem lesão do LD.

Em concordância com os nossos resultados, Ribeiro de Ávila et al. (2018) numa revisão sistemática (5 estudos com 267 doentes) mencionam que o doente operado tem menor capacidade de recuperação funcional. Estes autores sublinham ainda, que essa limitação tem repercussão negativa na qualidade de vida do indivíduo, podendo ainda prevalecer no tempo.

Em súmula, no final do seguimento pré-definido, os nossos doentes (98.6%) tiveram uma recuperação funcional progressiva com evidente melhoria da sua qualidade de vida, sendo importante salientar que uma idade superior a 50 anos, ASA III / IV e instabilidade por rotura completa do LD, constituíram preditivos negativos dessa recuperação funcional.

Importa ainda referir que, a identificação dos doentes de risco permitirá adotar planos de reabilitação mais adequados a cada um deles, maximizando a eficácia clínica da terapêutica selecionada e viabilizando um regresso mais precoce aos níveis de atividade diária anteriores.

10.8 ANÁLISE COMPARATIVA DO GRAU DE OSTEOARTROSE COM O ESTADO DO LIGAMENTO DELTOIDE E DETERMINAÇÃO DOS FATORES PREDITIVOS

A osteoartrose é uma das principais causas de incapacidade, afetando mais de 100 milhões de pessoas em todo o mundo. No entanto, a sua prevalência e incidência a nível do tornozelo continua por esclarecer (Murray et al., 2018). Importa referir que uma história pregressa de traumatismo com lesão articular, representa um importante fator de risco para a OA pós-traumática, contribuindo significativamente para o aumento da sua incidência, acarretando encargos financeiros importantes para os sistemas de saúde dos diferentes Países (Thomas et al., 2017).

A variabilidade de ocorrência de OA nas articulações do esqueleto apendicular, deve-se a diferenças anatómicas, biomecânicas e biológicas da cartilagem (Beals et al., 2018; Murray et al., 2018). Relembramos que o tornozelo é uma articulação com elevada congruência mas uma interessante resistência à doença degenerativa, pelo que a incidência de OA se atribuirá sobretudo, à lesão da cartilagem, à carga mecânica inadequada e prolongada, secundária à incongruência articular e à instabilidade ou desalinhamento do eixo de carga do membro (Beals et al., 2018; Schenker et al., 2014; Taga et al., 1993).

No nosso estudo, com um seguimento médio de 18 meses, pudemos constatar que 35 (24%) doentes apresentavam OA no estadio 1 de van Dijk. Também foi possível confirmar, haver uma forte associação ($p < 0,01$) entre OA e lesão do LD, evidenciada na ecografia em 24 (68.6%) casos, predominantemente do feixe profundo (TTPP) ou de ambos os feixes do LD. Importa salientar que não detetamos qualquer relação com a integridade ou a localização da rotura do LD ($p > 0,05$). Este facto está claramente de acordo com a literatura existente que atribui pouca importância, para a estabilidade global articular, aos feixes superficiais do LD (McConnell et al., 2004; Michelson et al., 2003; Stufkens et al., 2012).

Salientamos que os resultados que obtivemos para existência de OA foram superiores aos que Murray et al. (2018) referiram quando mencionaram 11.7% de osteoartrose. Porém, revelaram-se inferiores aos de outros estudos que, com *follow-up* de 12-18 anos após o trauma, detetaram 37% de OA (Lübbeke et al., 2012; Saltzman et al., 2005; Valderrabano et al., 2009). Apesar disso, importa referir que estes estudos não fazem qualquer menção a eventual associação com lesão do LD.

Procurámos identificar as variáveis categóricas associadas à nossa variável *outcome*-osteoartrose. Deste modo, obtivemos significância estatística com: fratura bimalleolar em 30 (85.7%) doentes; grau de instabilidade sindesmótica em 28 (80%); fratura exposta em

15 (42.9%) dos doentes incluídos e luxação/ subluxação noutros 15 (42.9%); bem como no grupo cirúrgico em 34 (97.1%) e ainda na instabilidade residual em 17 (48.6%) indivíduos ($p < 0,05$).

Salientamos de novo a importância de uma adequada avaliação da integridade e competência do LD após a osteossíntese maleolar, uma vez que a instabilidade residual daí decorrente promove, como se comprovou, uma OA precoce (Stufkens et al., 2010; Yu et al., 2015).

Curiosamente, 17 (48.6%) indivíduos com um espaço tibiotalar medial < 4 mm após osteossíntese também evoluíram para OA ($p < 0,001$), o que relacionamos com a complexidade das fraturas classificadas como tipo 44A3.2 (100%), 44B3.2 (66.7%), 44B3.3 (55.6%) e 44C3.3 (50.0%), ($p < 0,001$). Em consonância parcial com os nossos resultados, Lübbecke et al. (2012) no seu estudo coorte retrospectivo, que incluiu 373 maléolos operados, apontam como principal causa de osteoartrose a fratura Weber C associada a fratura do maléolo medial. Outros autores, reforçam a nossa opinião de que a fratura maleolar medial, quando comparada com a lesão do LD, tem um pior prognóstico para a lesão da cartilagem, sendo isto devido a uma maior transferência de energia no momento do trauma (Hintermann et al., 2000; Hu et al., 2018; Marsh et al., 2007; Stufkens et al., 2010; Verhage et al., 2015).

Por outro lado, alguns estudos (Brown et al., 2006; Frey et al., 2007) consideraram ser frequente a associação a doenças como a diabetes e a obesidade, o que de facto não se constatou na nossa investigação.

Por forma a estudar a influência das nossas variáveis sobre a variável *outcome*-osteoartrose, avaliámos também a homogeneidade dos OR, através de um modelo de

regressão logística ajustado a cada uma delas. Deste modo, verificámos que a probabilidade de ocorrência de OA aumenta em média: nas fraturas bi ou trimaleolares; nas fraturas expostas; quando há lesão do LS; quando há lesão dos dois feixes do LD; quando se verifica instabilidade residual; por cada aumento de um grau na medição do ângulo desvio talar e por cada aumento de 1 mm na medição do espaço tibiotalar medial (RX gravitacional); assim como diminui em média por cada aumento de 1 grau na medição do ângulo talocrural.

Por outro lado, o género, idade, obesidade, grau de tabagismo, ASA e luxação não tiveram valor aceitável discriminativo e preditivo (curva ROC < 0.7). Ao contrário de outros autores que assinalam como fator de risco, a luxação, a obesidade, a idade (> 30 anos) e o tempo de espera até à cirurgia (Lübbecke et al., 2012). Estes estudos reforçam ainda a noção de que a probabilidade de desenvolver OA pós-traumática é 60-70% superior perante três ou mais fatores de risco. Em consonância com o se refere, mas contrariando os nossos resultados, outros autores apontam o género feminino como o mais suscetível para a ocorrência de OA (Jiang et al., 2012; Zhang et al., 2010).

Por outro lado, as complicações após cirurgia e o alinhamento em varo do retropé também têm sido apontadas como fator desse mesmo risco (Horisberger et al., 2009). Contudo, tal não se verificou na nossa investigação, o que potencia a importância dos resultados que obtivemos.

Em súmula, uma pequena percentagem (24%) da nossa amostra evoluiu para osteoartrose grau 1 (van Dijk) e, 68.6% destes apresentavam lesão do LD, predominantemente do feixe profundo (TTPP) ou de ambos os feixes do LD. Constatámos ainda uma muito forte associação entre OA e fraturas mais complexas, do tipo 44A3, 44B3 e 44C3. No entanto,

constituíram fatores de risco preditivo negativo de osteoartrose: fraturas bi ou trimaleolares; fraturas expostas; lesão dos dois feixes do LD e instabilidade residual.

10.9 PONTOS FORTES DO MODELO

Os pontos fortes do presente estudo incluem uma amostra relevante e uma recolha de dados prospetiva, comparativa e aleatorizada. Note-se que todos os doentes foram tratados pelo autor da investigação, através de uma abordagem cirúrgica na sua quase totalidade e com um seguimento padronizado, respeitando com rigor os critérios de inclusão e exclusão propostos. Do mesmo modo, a nossa taxa de seguimento foi elevada, com apenas 3.9% de perdas da amostra.

Em acumulação e aumentando o interesse específico do nosso trabalho, procurámos correlacionar a medição do espaço tibiotalar medial nas radiografias de *stress* (gravitacional e SREM) com a avaliação ecográfica da integridade do LD.

Alem disso, o teste *stress* rotação externa manual utilizado, teve como vantagem ter sido efetuado sob anestesia, eliminando deste modo o viés subjetivo da dor ou desconforto do doente e efetuado exclusivamente pelo autor da investigação. Salientamos que para ambos os testes é despiciendo qualquer equipamento especial, pelo que podem ser sempre realizados com recurso a técnicas padronizadas. Importa ainda salientar, que a validade e fiabilidade dos testes realizados, foi certificada desconhecendo os observadores os resultados preexistentes e utilizando precisamente as mesmas imagens.

No nosso estudo, analisámos a associação entre o *outcome* (osteoartrose) e a variável dependente (recuperação funcional), assim como entre a variável exposição principal (lesão do ligamento deltoide) e as diversas variáveis independentes. Note-se ainda, que na

análise de regressão avaliámos o poder discriminativo do modelo, considerando apenas as variáveis com um valor de curva ROC superior a 0.7.

Foi também efetuada, adicionalmente, a análise dos resíduos (teste de Durbin-Watson), obtendo-se valores entre 1.5 e 2.5, indicativos de um modelo significativo e correto. No que respeita à multicolinearidade, obtivemos um valor de tolerância superior a 0.1 e um valor VIF inferior a 10 entre todas as variáveis estudadas, indicadores de não existência de correlação entre as diferentes variáveis independentes, o que consideramos muito positivo. Salienta-se também, que não foram encontradas variáveis de confundimento, ou de interação entre a variável dependente (recuperação funcional) e a variável exposição principal (lesão do ligamento deltoide) que pudessem potencialmente alterar os nossos resultados, o que consideramos também, muito relevante em termos clínicos e digno de referência.

10.10 LIMITAÇÕES DO MODELO

Consideramos tratar-se de uma potencial fraqueza e consequente viés de análise, termos incluídos fraturas com diferentes mecanismos de ação. Não obstante, ela constituirá também uma janela de oportunidade para num futuro próximo podermos efetuar uma *pool analysis* comparativa que possa identificar eventuais diferenças, o que não foi realizado no nosso trabalho por não constituir objetivo da presente investigação.

Além disso, a avaliação prévia do grau de estabilidade da fratura isolada maleolar e determinação da sua indicação cirúrgica foi efetuada com recurso a dois ecógrafos e diferentes ecografistas. No entanto, foi rigorosa e sistematicamente utilizada uma técnica padronizada em todos os exames, pelo que se minimizou uma eventual interferência nos nossos resultados.

Saliente-se também, que o componente tibiotalar anterior profundo do LD não foi separadamente descrito neste estudo, o que se relaciona com a anatomia dessa estrutura ligamentar, pois como se sabe, confunde-se facilmente o TTAP e os feixes TC e TS, já que são contíguos e de muito difícil diferenciação.

Ainda como um ponto fraco deste estudo, apontamos as imagens obtidas nas radiografias de *stress* gravitacional e na fluoroscopia do teste *stress* rotação externa manual, pois dependeram inevitavelmente da experiência do técnico de radiologia, da qualidade da imagem e da própria colaboração do doente, o que poderá de algum modo ter influenciado os nossos resultados. Mais uma vez, consideramos que os protocolos de exame selecionados e rigorosamente utilizados evitaram um eventual viés significativo nos nossos resultados.

Saliente-se ainda, que ao adicionarmos o teste *stress* rotação externa manual, a realizar no bloco operatório, acumulámos a realização de outro exame de diagnóstico prévio, para o despiste indireto de lesão associada do LD. Porém, trata-se de um pequeno acréscimo de radiação sem significância no valor global inerente ao estudo. Importa ainda reforçar a natural dificuldade para padronizar a força inerente ao teste de *stress* manual. Ao realizá-lo manualmente, o investigador fica inevitavelmente sujeito a mais radiação ionizante, o que constituiu obviamente uma desvantagem.

Saliente-se ainda, que o seguimento dos nossos doentes deveria ter sido maior, pois a incidência nefasta de OA associada à instabilidade do LD, do LS e à própria fratura, aumenta com o tempo. De acordo com a evidência científica, ela poderá até ser superior aos valores que detetámos. Não obstante, utilizando apenas 1.5 ano de seguimento pudemos confirmar a existência de OA em 24% dos nossos casos, o que de algum modo, confirma

por antecipação a hipótese de investigação e constituirá ainda eventual linha de investigação e janela de oportunidade para futuros trabalhos.

Finalmente, ao obtermos duas interações entre a OA e a lesão do LD (lesão sindesmótica e espaço tibiotalar medial após osteossíntese dicotomizado em < 4 mm e ≥ 4 mm) compreendemos ter existido um efeito moderador nestas variáveis. Porém, importa salientar que com a variável contínua não obtivemos essa interação.

10.11 FUTURAS ÁREAS DE INVESTIGAÇÃO

10.11.1 Validade e fiabilidade da “NOVA” classificação das fraturas maleolares

A classificação das fraturas maleolares é fundamental, constituindo auxiliar indispensável perante a suspeita de lesão ligamentar e, por conseguinte, instabilidade funcional articular, sendo também importante na determinação da complexidade morfológica existente e do prognóstico da fratura.

Procurámos que a “NOVA” classificação proposta para as fraturas maleolares, fosse mais simples, precisa e prática do que as já existentes. Distingue-se pela utilização de apenas quatro critérios diferenciadores: localização e morfologia da fratura no maléolo lateral; número de maléolos fraturados; complexidade dessas fraturas e ligamentos lesados. Não obstante, urge agora comprovar a sua validade e fiabilidade a médio prazo e multicêntrica.

10.11.2 Estudo biomecânico do ligamento deltoide nas fraturas maleolares

Perante fratura maleolares, consideramos relevante, poder conhecer melhor as propriedades anatómicas e biomecânicas do ligamento deltoide, através do recurso a estudos em cadáver. Para esse efeito, parece-nos fundamental comparar a competência do LD e LS, determinando o papel efetivo destas estruturas ligamentares na estabilidade global pós fratura, utilizando para isso a ecografia como método de imagem e de

diagnóstico, já que ficou suficientemente documentada a sua relevância e poder discriminativo ao longo do nosso trabalho.

10.11.3 Importância da radiografia em carga na avaliação da estabilidade na fratura isolada maleolar

De acordo com estudos recentes, as radiografias em carga adquiridas até ao 10º dia após o traumatismo, são usadas para distinguir as fraturas maleolares estáveis das instáveis, bem como para determinar a necessidade do seu tratamento cirúrgico. Considera-se que 90% dos doentes com congruência articular, detetada na RX do tornozelo em carga bipodálica, poderão ser tratados com sucesso recorrendo a tratamento não cirúrgico. Este conceito mudou o paradigma de tratamento das fraturas maleolares e constitui um *hot topic* da atualidade. Porém, consideramos serem necessários outros estudos com maior tempo de seguimento, que eventualmente o comprovem, sendo também imprescindível certificar a validade e fiabilidade do protocolo de fraturas maleolares proposto no nosso estudo.

10.11.4 Estudo epidemiológico das fraturas maleolares na População Portuguesa

De igual modo, pensamos ser fundamental efetuar mais estudos de investigação, comparativos e multicêntricos, sobre a indução de osteoartrose pelas fraturas maleolares, determinando a sua prevalência, identificando os seus fatores preditivos e avaliando as suas consequências económicas, mas tendo em consideração os fenótipos da doença e as comorbilidades associadas, bem como a sua repercussão global na sociedade e sistema de saúde Português.

11. CONCLUSÕES

No nosso estudo verificámos que a ecografia revelou ser uma ferramenta eficaz, válida e fiável na avaliação da integridade e competência do ligamento deltoide, considerando-a fundamental na seleção da opção terapêutica adequada perante fraturas isoladas do maléolo lateral.

Este exame de imagem permitiu identificar um total de 79% de fraturas isoladas do maléolo lateral com rotura do DL. A maioria dos casos apresentava roturas em todos os feixes (79.7%), predominantemente proximais (87.5%) e parciais (87.5%). Apenas oito (12.5%) indivíduos tinham roturas completas. Adicionalmente, foram também documentadas roturas do ligamento sindesmótico (57.8%) a maioria em fraturas classificadas como 44B2.3.

Fazendo a correlação entre os resultados obtidos na ecografia e os da RX gravitacional, indivíduos com lesão do feixe superficial do LD, tiveram um valor médio de espaço tibiotalar medial de 4.2 ± 0.3 mm, com rotura isolada do tibiotalar posterior profundo de 4.5 ± 0.6 mm e de ambos os feixes do ligamento deltoide de 6.2 ± 3.6 mm. Enquanto os doentes sem lesão do LD, apresentaram um valor médio de ETTM de 2.7 ± 0.5 mm.

Quando realizada no intraoperatório, a ecografia demonstrou ser útil no diagnóstico de lesão do LD (80.9%). Ficou ainda bem demonstrada, a associação entre fratura do maléolo medial e disrupção do LD (32.3%), verificando-se esta associação, sobretudo, nas fraturas complexas do tipo 44 B e C. Caracteristicamente as lesões eram também mais periféricas, apenas feixe TTPP ou ambos TN e TTPP.

Reforça-se ainda, a sua importância na deteção de instabilidade funcional residual (29.5%), observada essencialmente nas fraturas mais complexas e associadas a lesão do LD. O seu

diagnóstico foi fundamental para a tomada de decisão de suturar ou não o ligamento deltoide. Também se revelou importante no controlo pós-cirúrgico, como forma de avaliação da estabilidade final existente. Aliás, esta deve ser considerada uma norma obrigatória em qualquer procedimento cirúrgico, confirmando-se assumir um papel primordial na obtenção de um bom resultado.

Por outro lado, os testes *SREM* e gravitacional, revelaram-se uma ferramenta válida e fiável para a avaliação da competência do ligamento deltoide. Constatámos que o espaço tíbiotalar medial ≥ 5 mm tem uma sensibilidade, especificidade, VPP e VPN, superior na avaliação da integridade do ligamento deltoide, quando comparado com um espaço entre 4 - 4.9 mm devendo, por isso, ser considerado valor limite para a tomada de decisão terapêutica em fraturas isoladas do maléolo lateral. Contudo, a ecografia provou ter um valor superior por permitir, de uma forma direta e dinâmica, avaliar tanto a integridade como a competência do ligamento deltoide. Saliente-se ainda, que foi possível distinguir os feixes superficiais dos profundos e, além disso, caracterizar adequadamente as roturas do LD. No entanto, a dúvida persiste nos 36.2% dos casos que encontrámos com roturas parciais de ambos os feixes e com um ETM < 5 mm. Note-se, que a possibilidade de realizar o teste *stress* rotação externa manual durante o exame ecográfico, poderá tornar a lesão ainda mais visível, ajudando assim tanto no diagnóstico como na opção cirúrgica.

No seguimento destes doentes, reportámos uma franca melhoria do seu estado de saúde em termos clínicos, funcionais e psicológicos (495%) o que valorizamos como muito favorável e merecedor de referência.

Determinámos também que os fatores de risco preditivo negativo de recuperação funcional são: doentes com mais de 50 anos; ASA III / IV e rotura completa do LD. O que

nos permitiu adotar planos de reabilitação mais adequados ao estado clínico do doente, maximizando assim a sua recuperação funcional.

Uma pequena percentagem dos nossos doentes (24%) desenvolveu osteoartrose grau 1 (van Dijk) e destes, 68.6%, tiveram lesão do LD. Verificámos ainda uma muito forte associação entre a OA e as fraturas mais complexas do tipo 44A3, 44B3 e 44C3. Por outro lado, constituíram fatores de risco preditivo negativo de osteoartrose: fraturas bi ou trimaleolares; expostas; lesão dos dois feixes do LD e instabilidade residual.

Refira-se ainda que a US do tornozelo patenteou diversas mais-valias que incluem a correlação direta dos achados ultrassonográficos com os sintomas do doente, a possibilidade de uma rápida e eficaz comparação com o tornozelo assintomático e, além disso, uma alta aceitabilidade por parte do doente. Por fim, *“last but not least”*, a facilidade de utilização e inerente ausência de radiação ionizante tornam-na uma ferramenta útil que pode ser utilizada com segurança por ortopedistas, acelerando e beneficiando o processo de decisão clínica.

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, G. M., Wilson, D. J., Bullock, S. A., & Watson, M. (2020). Extremity CT and ultrasound in the assessment of ankle injuries: Occult fractures and ligament injuries. *The British Journal of Radiology*, 93(1105), 20180989–20180995. <https://doi.org/10.1259/bjr.20180989>
- Allen, K. D., & Golightly, Y. M. (2015). Epidemiology of osteoarthritis: State of the evidence. *Current Opinion in Rheumatology*, 27(3), 276–283. <https://doi.org/10.1097/bor.000000000000161>
- American Society of Anesthesiologists (1963). New classification of physical status. *Anesthesiology*, 24, 111.
- Angioi, M., Maffulli, G. D., McCormack, M., Morrissey, D., Chan, O., & Maffulli, N. (2014). Early signs of osteoarthritis in professional ballet dancers: A preliminary study. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 24(5), 435–437. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000035>
- Arimoto, H. K., & Forrester, D. M. (1980). Classification of ankle fractures: An algorithm. *American Journal of Roentgenology*, 135(5), 1057–1063. <https://doi.org/10.2214/ajr.135.5.1057>
- Atila, O. D., Yesilaras, M., Kilic, T. Y., Tur, F. C., Reisoglu, A., Sever, M., & Aksay, E. (2014). The accuracy of bedside ultrasonography as a diagnostic tool for fractures in the ankle and foot. *Academic Emergency Medicine*, 21(9), 1058–1061. <https://doi.org/10.1111/acem.12467>
- Aurich, M., Hofmann, G. O., Rolaufts, B., & Gras, F. (2014). Differences in injury pattern and prevalence of cartilage lesions in knee and ankle joints: A retrospective cohort study. *Orthopedic Reviews*, 6(4), 5611–5614. <https://doi.org/10.4081/or.2014.5611>
- Bäcker, H. C., Vosseller, J. T., Bonel, H., Cullmann-Bastian, J., Krause, F., & Attinger, M. C. (2020). Weightbearing radiography and MRI findings in ankle fractures. *Foot & Ankle Specialist*, 1–7. <https://doi.org/10.1177/1938640020921571>
- Baird, R. A., & Jackson, S. T. (1987). Fractures of the distal part of the fibula with associated disruption of the deltoid ligament. Treatment without repair of the deltoid ligament. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, 69(9), 1346–1352. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3440794/>
- Barg, A., Harris, M. D., Henninger, H. B., Amendola, R. L., Saltzman, C. L., Hintermann, B., & Anderson, A. E. (2012). Medial distal tibial angle: Comparison between weightbearing mortise view and hindfoot alignment view. *Foot & Ankle International*, 33(8), 655–661. <https://doi.org/10.3113/FAI.2012.0655>
- Barg, A., Pagenstert, G. I., Hügler, T., Gloyer, M., Wiewiorski, M., Henninger, H. B., Valderrabano, V. (2013). Ankle osteoarthritis. *Foot & Ankle Clinics*, 18(3), 411–426. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2013.06.001>

- Barg, A., Bailey, T., Richter, M., de Cesar Netto, C., Lintz, F., Burssens, A., Phisitkul, P., Hanrahan, C. J., & Saltzman, C. L. (2018). Weightbearing computed tomography of the foot and ankle: Emerging technology topical review. *Foot & Ankle International*, 39(3), 376–386. <https://doi.org/10.1177/1071100717740330>
- Beals, T. R., Harris, R., & Auston, D. A. (2018). Articular incongruity in the lower extremity. *Orthopedic Clinics*, 49(2), 167–180. <https://doi.org/10.1016/j.jocl.2017.11.005>
- Berrington de González, A., & Cox, D. R. (2007). Interpretation of interaction: A review. *The Annals of Applied Statistics*, 1(2), 371–385. <http://doi.org/10.1214/07-AOAS124>
- Bexkens, R., van Bergen, C. J. A., van den Bekerom, M. P. J., Kerkhoffs, G. M. M. J., & Eygendaal, D. (2018). Decreased defect size and partial restoration of subchondral bone on computed tomography after arthroscopic debridement and microfracture for osteochondritis dissecans of the capitellum. *The American Journal of Sports Medicine*, 46(12), 2954–2959. <https://doi.org/10.1177/0363546518790455>
- Boffeli, T. J., Collier, R. C., & Gervais, S. J. (2017). Two-view gravity stress imaging protocol for nondisplaced type ii supination external rotation ankle fractures: Introducing the gravity stress cross-table lateral view. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 56(4), 898–904. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.04.002>
- Boss, A. P., & Hintermann, B. (2002). Anatomical study of the medial ankle ligament complex. *Foot & Ankle International*, 23(6), 547–553. <https://doi.org/10.1177/107110070202300612>
- Brittberg, M. (2010). Cell carriers as the next generation of cell therapy for cartilage repair: A review of the matrix-induced autologous chondrocyte implantation procedure. *The American Journal of Sports Medicine*, 38(6), 1259–1271. <https://doi.org/10.1177/0363546509346395>
- Brockett, C. L., & Chapman, G. J. (2016). Biomechanics of the ankle. *Orthopaedics and Trauma*, 30(3), 232–238. <https://doi.org/10.1016/j.mporth.2016.04.015>
- Broos, P. L. O., & Bisschop, A. P. G. (1991). Operative treatment of ankle fractures in adults: Correlation between types of fracture and final results. *Injury*, 22(5), 403–406. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(91\)90106-O](https://doi.org/10.1016/0020-1383(91)90106-O)
- Brown, T. D., Johnston, R. C., Saltzman, C. L., Marsh, J. L., & Buckwalter, J. A. (2006). Posttraumatic osteoarthritis: A first estimate of incidence, prevalence, and burden of disease. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 20(10), 739–744. <https://doi.org/10.1097/01.bot.0000246468.80635.ef>
- Buck, F. M., Hoffmann, A., Mamisch-Saupe, N., Espinosa, N., Resnick, D., & Hodler, J. (2011). Hindfoot alignment measurements: Rotation-stability of measurement techniques on hindfoot alignment view and long axial view radiographs. *American Journal of Roentgenology*, 197(3), 578–582. <https://doi.org/10.2214/ajr.10.5728>
- Buckwalter, J. A., & Martin, J. A. (2006). Osteoarthritis. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 58(2), 150–167. <https://doi.org/10.1016/j.addr.2006.01.006>

- Buckwalter, J. A. (2012). The role of mechanical forces in the initiation and progression of osteoarthritis. *HSS Journal*, 8(1), 37–38. <https://doi.org/10.1007/s11420-011-9251-y>
- Butler, B. A., Hempen, E. C., Barbosa, M., Muriuki, M., Havey, R. M., Nicolay, R. W., & Kadakia, A. R. (2020). Deltoid ligament repair reduces and stabilizes the talus in unstable ankle fractures. *Journal of Orthopaedics*, 17, 87–90. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.06.005>
- Calhoun, J. H., Li, F., Ledbetter, B. R., & Viegas, S. F. (1994). A comprehensive study of pressure distribution in the ankle joint with inversion and eversion. *Foot & Ankle International*, 15(3), 125–133. <https://doi.org/10.1177/107110079401500307>
- Campbell, K. J., Michalski, M. P., Wilson, K. J., Goldsmith, M. T., Wijdicks, C. A., LaPrade, R. F., & Clanton, T. O. (2014). The ligament anatomy of the deltoid complex of the ankle: A qualitative and quantitative anatomical study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 96(8), e62(1)–e62(10). <https://doi.org/10.2106/jbjs.m.00870>
- Cavanaugh, Z. S., Gupta, S., Sathe, V. M., & Geaney, L. E. (2018). Initial fibular displacement as a predictor of medial clear space widening in Weber B ankle fractures. *Foot & Ankle International*, 39(2), 166–171. <https://doi.org/10.1177/1071100717739615>
- Cedell, C. A. (1965). 11 Outward rotation-supination injuries of the ankle. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 42, 97–100. <https://doi.org/10.1097/00003086-196500420-00012>
- Champagne, N., Eadie, L., Regan, L., & Wilson, P. (2019). The effectiveness of ultrasound in the detection of fractures in adults with suspected upper or lower limb injury: A systematic review and subgroup meta-analysis. *BMC Emergency Medicine*, 19(1), 1–15. <https://doi.org/10.1186/s12873-019-0226-5>
- Chartier, L. B., Bosco, L., Lapointe-Shaw, L., & Chenkin, J. (2017). Use of point-of-care ultrasound in long bone fractures: A systematic review and meta-analysis. *Canadian Journal of Emergency Medicine*, 19(2), 131–142. <https://doi.org/10.1017/cem.2016.397>
- Chen, P.-Y., Wang, T.-G., & Wang, C.-L. (2008). Ultrasonographic examination of the deltoid ligament in bimalleolar equivalent fractures. *Foot & Ankle International*, 29(9), 883–886. <https://doi.org/10.3113/FAI.2008.0883>
- Cheng, Y.-M., Huang, P.-J., Hong, S.-H., Lin, S.-Y., Liao, C.-C., Chiang, H.-C., & Chen, L.-C. (2001). Low tibial osteotomy for moderate ankle arthritis. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 121(6), 355–358. <https://doi.org/10.1007/s004020000243>
- Cheung, Y., Perrich, K. D., Gui, J., Koval, K. J., & Goodwin, D. W. (2009). MRI of isolated distal fibular fractures with widened medial clear space on stressed radiographs: Which ligaments are interrupted? *American Journal of Roentgenology*, 192(1), W7–W12. <https://doi.org/10.2214/AJR.08.1092>
- Claessen, F. M. A. P., Meijer, D. T., van den Bekerom, M. P. J., Gevers Deynoot, B. D. J., Mallee, W. H., Doornberg, J. N., & van Dijk, C. N. (2016). Reliability of classification for post-traumatic ankle osteoarthritis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(4), 1332–1337. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3871-6>

- Cobey, J. C. (1976). Posterior roentgenogram of the foot. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 118, 202–207. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/954279/>
- Colaco, R. M., Gudda, N. L., Hanumant, W. A., Mahesh, S. G., Faisal, Q., & Badgire, K. (2017). Functional outcome of surgical management of malleolar fractures of the ankle joint using Baird- Jackson scoring - A prospective study. *International Journal of Medical and Health Research*, 3(1), 42–45. <http://www.medicalsciencejournal.com/archives/2017/vol3/issue1/3-1-20>
- Cooper, M. T. (2020). The role of deltoid repair and arthroscopy in ankle fractures. *Clinics in Sports Medicine*, 39(4), 733–743. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2020.06.003>
- Court-Brown, C. M., & Caesar, B. (2006). Epidemiology of adult fractures: A review. *Injury*, 37(8), 691–697. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2006.04.130>
- Court-Brown, C. M., Heckman, J. D., McQueen, M. M., Ricci, W. M., & Tornetta, P. III (2015). *Rockwood and Green's fractures in adults* (8th ed.). Walters Kluwer Health.
- Craig, W. L. III, & Dirschl, D. R. (1998). Effects of binary decision making on the classification of fractures of the ankle. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 12(4), 280–283. <http://doi.org/10.1097/00005131-199805000-00011>
- Cummings, S. R., Kelsey, J. L., Nevitt, M. C., & O'Dowd, K. J. (1985). Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures. *Epidemiologic Reviews*, 7(1), 178–208. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.epirev.a036281>
- Dabash, S., Elabd, A., Potter, E., Fernandez, I., Gerzina, C., Thabet, A. M., McGarvey, M., & Abdelgawad, A. (2019). Adding deltoid ligament repair in ankle fracture treatment: Is it necessary? A systematic review. *Foot and Ankle Surgery*, 25(6), 714–720. <http://doi.org/10.1016/j.fas.2018.11.001>
- Danis, R. (1949). Les fractures malleolaires. In R. Danis (Ed.), *Theorie et pratique de l'osteosynthese*. Masson.
- Dawe, E. J. C., Shafafy, R., Quayle, J., Gougoulis, N., Wee, A., & Sakellariou, A. (2015). The effect of different methods of stability assessment on fixation rate and complications in supination external rotation (SER) 2/4 ankle fractures. *Foot and Ankle Surgery*, 21(2), 86–90. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2014.09.010>
- de Souza, L. J., Gustilo, R. B., & Meyer, T. J. (1985). Results of operative treatment of displaced external rotation-abduction fractures of the ankle. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 67(7), 1066–1074. <http://doi.org/10.2106/00004623-198567070-00010>
- DeAngelis, N. A., Eskander, M. S., & French, B. G. (2007a). Does medial tenderness predict deep deltoid ligament incompetence in supination-external rotation type ankle fractures? *Journal of Orthopaedic Trauma*, 21(4), 244–247. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e3180413835>
- DeAngelis, J. P., Anderson, R., & DeAngelis, N. A. (2007b). Understanding the superior clear space in the adult ankle. *Foot & Ankle International*, 28(4), 490–493. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0490>

- Del Castillo, L., Leporace, G., Cardinot, T., Levy, R., & Oliveira, L. (2012). A importância dos questionários para avaliação da qualidade de vida. *Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto*, 11(1), 12–17. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/8896>
- Delco, M. L., Kennedy, J. G., Bonassar, L. J., & Fortier, L. A. (2016). Post-traumatic osteoarthritis of the ankle: A distinct clinical entity requiring new research approaches. *Journal of Orthopaedic Research*, 35(3), 440–453. <https://doi.org/10.1002/jor.23462>
- Dodson, N. B., Ross, A. J., Mendicino, R. W., & Catanzariti, A. R. (2013). Factors affecting healing of ankle fractures. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 52(1), 2–5. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2012.10.013>
- Donken, C. C., Verhofstad, M. H., Edwards, M. J., & van Laarhoven, C. J. (2012). Twenty-one-year follow-up of supination–external rotation type ii–iv (OTA type B) ankle fractures: A retrospective cohort study. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 26(8), e108–e114. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e31822c4ea5>
- Donovan, A., & Rosenberg, Z. S. (2009). Extraarticular lateral hindfoot impingement with posterior tibial tendon tear: MRI correlation. *American Journal of Roentgenology*, 193(3), 672–678. <https://doi.org/10.2214/ajr.08.2215>
- Döring, S., Provyn, S., Marcelis, S., Shahabpour, M., Boulet, C., de Mey, J., De Smet, A., & De Maeseneer, M. (2018). Ankle and midfoot ligaments: Ultrasound with anatomical correlation: A review. *European Journal of Radiology*, 107, 216–226. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2018.08.011>
- Earll, M., Wayne, J., Brodrick, C., Vokshoor, A., & Adelaar, R. (1996). Contribution of the deltoid ligament to ankle joint contact characteristics: A cadaver study. *Foot & Ankle International*, 17(6), 317–324. <https://doi.org/10.1177/107110079601700604>
- Egloff, C., Hügler, T., & Valderrabano, V. (2012). Biomechanics and pathomechanisms of osteoarthritis. *Swiss Medical Weekly*, 142(2930), 1–14. <https://doi.org/10.4414/smw.2012.13583>
- Egol, K. A., Amirtharajah, M., Tejawani, N. C., Capla, E. L., & Koval, K. J. (2004). Ankle stress test for predicting the need for surgical fixation of isolated fibular fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 86(11), 2393–2398. <https://doi.org/10.2106/00004623-200411000-00005>
- Egol, K. A., Tejawani, N. C., Walsh, M. G., Capla, E. L., & Koval, K. J. (2006). Predictors of short-term functional outcome following ankle fracture surgery. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 88(5), 974–979. <https://doi.org/10.2106/JBJS.E.00343>
- Ekinci, S., Polat, O., Günalp, M., Demirkan, A., & Koca, A. (2013). The accuracy of ultrasound evaluation in foot and ankle trauma. *The American Journal of Emergency Medicine*, 31(11), 1551–1555. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2013.06.008>
- Elsoe, R., Ostgaard, S. E., & Larsen, P. (2018). Population-based epidemiology of 9767 ankle fractures. *Foot and Ankle Surgery*, 24(1), 34–39. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2016.11.002>

- Felson, D. T., Zhang, Y., Hannan, M. T., Naimark, A., Weissman, B. N., Aliabadi, P., & Levy, D. (1995). The incidence and natural history of knee osteoarthritis in the elderly, the framingham osteoarthritis study. *Arthritis & Rheumatism*, 38(10), 1500–1505. <https://doi.org/10.1002/art.1780381017>
- Femino, J. E., Vaseenon, T., Phistkul, P., Tochigi, Y., Anderson, D. D., & Amendola, A. (2013). Varus external rotation stress test for radiographic detection of deep deltoid ligament disruption with and without syndesmotic disruption: A cadaveric study. *Foot & Ankle International*, 34(2), 251–260. <https://doi.org/10.1177/1071100712465848>
- Ferreira, P. L., Ferreira, L. N., & Pereira, L. N. (2013). Contributos para a validação da versão Portuguesa do EQ-5D. *Acta Médica Portuguesa*, 26(3), 664–675. <https://www.actamedicaportuguesa.com/revista/index.php/amp/article/viewFile/1317/3807>
- Fleiss, J. L., Levin, B., & Paik, M. C. (2003). *Statistical methods for rates and proportions* (3rd ed.). Wiley. <http://doi.org/10.1002/0471445428>
- Frey, C., & Zamora, J. (2007). The effects of obesity on orthopaedic foot and ankle pathology. *Foot & Ankle International*, 28(9), 996–999. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0996>
- Gardner, M. J., Demetrakopoulos, D., Briggs, S. M., Helfet, D. L., & Lorch, D. G. (2006). The ability of the Lauge-Hansen classification to predict ligament injury and mechanism in ankle fractures: An MRI study. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 20(4), 267–272. <https://doi.org/10.1097/00005131-200604000-00006>
- Gatlin, C. C., Matheny, L. M., Ho, C. P., Johnson, N. S., & Clanton, T. O. (2015). Diagnostic accuracy of 3.0 tesla magnetic resonance imaging for the detection of articular cartilage lesions of the talus. *Foot & Ankle International*, 36(3), 288–292. <https://doi.org/10.1177/1071100714553469>
- Geurts, J., Paul, J., Barg, A., Kretschmar, M., Pagenstert, G., Hügler, T., & Valderrabano, V. (2014). SPECT/CT imaging of ankle osteoarthritis: Enhanced osseous tracer uptake due to subchondral intramembranous bone formation. *Osteoarthritis and Cartilage*, 22, S284–S285. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.02.527>
- Giannini, S., Buda, R., Faldini, C., Vannini, F., Romagnoli, M., Grandi, G., & Bevonni, R. (2007). The treatment of severe posttraumatic arthritis of the ankle joint. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 89(suppl_3), 15–28. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.00544>
- Gill, J. B., Risko, T., Raducan, V., Grimes, J. S., & Schutt, R. C. (2007). Comparison of manual and gravity stress radiographs for the evaluation of supination-external rotation fibular fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 89(5), 994–999. <https://doi.org/10.2106/jbjs.f.01002>
- Glazebrook, M., Daniels, T., Younger, A., Foote, C. J., Penner, M., Wing, K., Lau, J., Leighton, R., & Dunbar, M. (2008). Comparison of health-related quality of life between patients with end-stage ankle and hip arthrosis. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 90(3), 499–505. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01299>

- Goergen, T. G., Danzig, L. A., Resnick, D., & Owen, C. A. (1977). Roentgenographic evaluation of the tibiotalar joint. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 59(7), 874–877. <http://doi.org/10.2106/00004623-197759070-00007>
- Golanò, P., Mariani, P. P., Rodríguez-Niedenfuhr, M., Mariani, P. F., & Ruano-Gil, D. (2002). Arthroscopic anatomy of the posterior ankle ligaments. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 18(4), 353–358. <https://doi.org/10.1053/jars.2002.32318>
- Golanò, P., Vega, J., de Leeuw, P. A. J., Malagelada, F., Manzanares, M. C., Götzens, V., & van Dijk, C. N. (2010). Anatomy of the ankle ligaments: A pictorial essay. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 18(5), 557–569. <https://doi.org/10.1007/s00167-010-1100-x>
- Goodwin, W., McCabe, D., Sauter, E., Reese, E., Walter, M., Buckwalter, J. A., & Martin, J. A. (2010). Rotenone prevents impact-induced chondrocyte death. *Journal of Orthopaedic Research*, 28(8), 1057–1063. <https://doi.org/10.1002/jor.21091>
- Gordis, L. (2011). Avaliar a validade e a fiabilidade dos testes de diagnóstico e de rastreio. In L. Gordis (Ed.), *Epidemiologia* (4ª ed., pp. 85-108). Lusodidacta.
- Gougoulas, N., & Sakellariou, A. (2017). When is a simple fracture of the lateral malleolus not so simple? *The Bone and Joint Journal*, 99-B(7), 851–855. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.99B7.BJJ-2016-1087.R1>
- Gu, G., Yu, J., Huo, Y., Xu, G., Yin, Z., Yu, J., Sheng L., & Li, L. (2017). Efficacy of deltoid ligament reconstruction on the curative effect, complication and long-term prognosis in ankle fracture-dislocation with deltoid ligament injury. *International Journal of Clinical and Experimental Medicine*, 10(9), 13778–13783. <http://www.ijcem.com/files/ijcem0060421.pdf>
- Haraguchi, N., & Armiger, R. S. (2009). A new interpretation of the mechanism of ankle fracture. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 91(4), 821–829. <https://doi.org/10.2106/JBJS.G.01288>
- Harper, M. C. (1987). Deltoid ligament: An anatomical evaluation of function. *Foot & Ankle International*, 8(1), 19–22. <https://doi.org/10.1177/107110078700800104>
- Harper, M. C. (1988). The deltoid ligament. An evaluation of need for surgical repair. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 226, 156–168. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3121227/>
- Hembree, W. C., Wittstein, J. R., Vinson, E. N., Queen, R. M., LaRose, C. R., Singh, K., & Easley, M. E. (2012). Magnetic resonance imaging features of osteochondral lesions of the talus. *Foot & Ankle International*, 33(7), 591–597. <https://doi.org/10.3113/fai.2012.0591>
- Henari, S., Banks, L. N., Radiovanovic, I., Queally, J., & Morris, S. (2011). Ultrasonography as a diagnostic tool in assessing deltoid ligament injury in supination external rotation fractures of the ankle. *Orthopedics*, 10(34), e639–e643. <https://doi.org/10.3928/01477447-20110826-11>

- Hermans, J. J., Wentink, N., Beumer, A., Hop, W. C. J., Heijboer, M. P., Moonen, A. F. C. M., & Ginai, A. Z. (2012). Correlation between radiological assessment of acute ankle fractures and syndesmotic injury on MRI. *Skeletal Radiology*, 41(7), 787–801. <https://doi.org/10.1007/s00256-011-1284-2>
- Hertel, J. (2002). Functional anatomy, pathomechanics, and pathophysiology of lateral ankle instability. *Journal of Athletic Training*, 37(4), 364–375. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC164367/>
- Hintermann, B., Regazzoni, P., Lampert, C., Stutz, G., & Gächter, A. (2000). Arthroscopic findings in acute fractures of the ankle. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 82-B(3), 345–351. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.82B3.0820345>
- Hintermann, B. (2005). What the orthopaedic foot and ankle surgeon wants to know from MR imaging. *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 9(3), 260–271. <https://doi.org/10.1055/s-2005-921944>
- Hintermann, B., Knupp, M., & Pagenstert, G. I. (2006). Deltoid ligament injuries: Diagnosis and management. *Foot & Ankle Clinics*, 11(3), 625–637. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2006.08.001>
- Hoefnagels, E. M., Waites, M. D., Wing, I. D., Belkoff, S. M., & Swierstra, B. A. (2007). Biomechanical comparison of the interosseous tibiofibular ligament and the anterior tibiofibular ligament. *Foot & Ankle International*, 28(5), 602–604. <https://doi.org/10.3113/fai.2007.0602>
- Holzer, N., Salvo, D., Marijnissen, A. C. A., Vincken, K. L., Ahmad, A. C., Serra, E., Hoffmeyer, P., Stern, R., Lübbecke, A., & Assal, M. (2015). Radiographic evaluation of posttraumatic osteoarthritis of the ankle: The Kellgren–Lawrence scale is reliable and correlates with clinical symptoms. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(3), 363–369. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2014.11.010>
- Hong, C. C., Roy, S. P., Nashi, N., & Tan, K. J. (2013). Functional outcome and limitation of sporting activities after bimalleolar and trimalleolar ankle fractures. *Foot & Ankle International*, 34(6), 805–810. <https://doi.org/10.1177/1071100712472490>
- Horisberger, M., Valderrabano, V., & Hintermann, B. (2009). Posttraumatic ankle osteoarthritis after ankle-related fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 23(1), 60–67. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e31818915d9>
- Hoshino, C. M., Nomoto, E. K., Norheim, E. P., & Harris, T. G. (2012). Correlation of weightbearing radiographs and stability of stress positive ankle fractures. *Foot & Ankle International*, 33(2), 92–98. <https://doi.org/10.3113/fai.2012.0092>
- Hsu, A. R., Lareau, C. R., & Anderson, R. B. (2015). Repair of acute superficial deltoid complex avulsion during ankle fracture fixation in national football league players. *Foot & Ankle International*, 36(11), 1272–1278. <https://doi.org/10.1177/1071100715593374>
- Hu, J., Zhang, C., Zhu, K., Zhang, L., Wu, W., Cai, T., & Ma, X. (2018). Adverse radiographic outcomes following operative treatment of medial malleolar fractures. *Foot & Ankle International*, 39(11), 1301–1311. <https://doi.org/10.1177/1071100718786502>

- Jacobson, J. A. (2005). Musculoskeletal ultrasound and MRI: Which do I choose? *Seminars in Musculoskeletal Radiology*, 9(02), 135–149. <https://doi.org/10.1055/s-2005-872339>
- Jang, K. W., Buckwalter, J. A., & Martin, J. A. (2014). Inhibition of cell-matrix adhesions prevents cartilage chondrocyte death following impact injury. *Journal of Orthopaedic Research*, 32(3), 448–454. <https://doi.org/10.1002/jor.22523>
- Jarde, O., Vives, P., Havet, E., Gouron, R., & Meunier, W. (2000). Malleolar fractures. Predictive factors for secondary osteoarthritis. Retrospective study of 32 cases. *Acta Orthopaedica Belgica*, 66(4), 382–388. <https://europepmc.org/article/med/11103491>
- Jensen, S. L., Andresen, B. K., Mencke, S., & Nielsen, P. T. (1998). Epidemiology of ankle fractures: A prospective population-based study of 212 cases in Aalborg, Denmark. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 69(1), 48–50. <https://doi.org/10.3109/17453679809002356>
- Jeong, M. S., Choi, Y. S., Kim, Y. J., Kim, J. S., Young, K. W., & Jung, Y. Y. (2014). Deltoid ligament in acute ankle injury: MR imaging analysis. *Skeletal Radiology*, 43(5), 655–663. <https://doi.org/10.1007/s00256-014-1842-5>
- Jiang, L., Tian, W., Wang, Y., Rong, J., Bao, C., Liu, Y., Zhao, Y., & Wang, C. (2012). Body mass index and susceptibility to knee osteoarthritis: A systematic review and meta-analysis. *Joint Bone Spine*, 79(3), 291–297. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2011.05.015>
- Johnson, J. D., Chachula, L. A., Bickley, R. J., Anderson, C. D., & Ryan, P. M. (2019). Return to duty following open reduction and internal fixation of unstable ankle fractures in the active duty population. *Military Medicine*, 184(5-6), e381–e384. <https://doi.org/10.1093/milmed/usy325>
- Kannus, P., Palvanen, M., Niemi, S., Parkkari, J., & Järvinen, M. (2002). Increasing number and incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people: Finnish statistics during 1970–2000 and projections for the future. *Bone*, 31(3), 430–433. [https://doi.org/10.1016/s8756-3282\(02\)00832-3](https://doi.org/10.1016/s8756-3282(02)00832-3)
- Kannus, P., Palvanen, M., Niemi, S., Parkkari, J., & Järvinen, M. (2008). Stabilizing incidence of low-trauma ankle fractures in elderly people: Finnish statistics in 1970–2006 and prediction for the future. *Bone*, 43(2), 340–342. <https://doi.org/10.1016/j.bone.2008.04.015>
- Kelikian, A. S., & Sarrafian, S. K. (2011). *Sarrafian's anatomy of the foot and ankle. Descriptive, topographic, functional* (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins.
- Kellgren, J.H., & Lawrence, J.S. (1957). Radiological assessment of osteoarthrosis. *Ann Rheum Dis*, 16, 494–502.
- Kim, H. N., Jeong, S., & Park, Y. U. (2020). Value of ultrasound for stability assessment of isolated lateral malleolar fractures compared to stress radiography and arthroscopy. *Clinics in Orthopedic Surgery*, 12(4), 535–541. <https://doi.org/10.4055/cios20020>

- Kimizuka, M., Kurosawa, H., & Fukubayashi, T. (1980). Load-bearing pattern of the ankle joint. *Archives of Orthopaedic and Traumatic Surgery*, 96(1), 45–49. <https://doi.org/10.1007/BF01246141>
- Knupp, M., Ledermann, H., Magerkurth, O., & Hinterman, B. (2005). The surgical tibiotalar angle: A radiologic study. *Foot & Ankle International*, 26(9), 713–716. <https://doi.org/10.1177/107110070502600909>
- Knupp, M., Pagenstert, G. I., Barg, A., Bolliger, L., Easley, M. E., & Hintermann, B. (2009). SPECT-CT compared with conventional imaging modalities for the assessment of the varus and valgus malaligned hindfoot. *Journal of Orthopaedic Research*, 27(11), 1461–1466. <https://doi.org/10.1002/jor.20922>
- Koo, S., Lee, K. M., & Cha, Y. J. (2015). Plantar-flexion of the ankle joint complex in terminal stance is initiated by subtalar plantar-flexion: A bi-planar fluoroscopy study. *Gait & Posture*, 42(4), 424–429. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2015.07.009>
- Koo, T. K., & Li, M. Y. (2016). A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *Journal of Chiropractic Medicine*, 15(2), 155–163. <https://doi.org/10.1016/j.jcm.2016.02.012>
- Koval, K. J., Egol, K. A., Cheung, Y., Goodwin, D. W., & Spratt, K. F. (2007). Does a positive ankle stress test indicate the need for operative treatment after lateral malleolus fracture? A preliminary report. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 21(7), 449–455. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e31812eed25>
- Kusnezov, N. A., Eisenstein, E. D., Diab, N., Thabet, A. M., & Abdelgawad, A. (2017). Medial malleolar fractures and associated deltoid ligament disruptions: Current management controversies. *Orthopedics*, 40(2), e216–e222. <https://doi.org/10.3928/01477447-20161213-02>
- Lack, W., Phisitkul, P., & Femino, J. E. (2012). Anatomic deltoid ligament repair with anchor-to-post suture reinforcement: Technique tip. *The Iowa Orthopaedic Journal*, 32, 227–230. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23576946/>
- Lampridis, V., Gougoulas, N., & Sakellariou, A. (2018). Stability in ankle fractures. *EFORT Open Reviews*, 3(5), 294–303. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170057>
- Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The Measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, 33(1), 159–174. <http://doi.org/10.2307/2529310>
- Lantz, B. A., McAndrew, M., Scioli, M., & Fitzrandolph, R. L. (1991). The effect of concomitant chondral injuries accompanying operatively reduced malleolar fractures. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 5(2), 125–128. <https://doi.org/10.1097/00005131-199105020-00001>
- Larsen, P., Rathleff, M. S., & Elsoe, R. (2019). Surgical versus conservative treatment for ankle fractures in adults – A systematic review and meta-analysis of the benefits and harms. *Foot and Ankle Surgery*, 25(4), 409–417. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2018.02.009>

- Lauge-Hansen, N. (1949). Ligamentous ankle fractures; Diagnosis and treatment. *Acta Chirurgica Scandinavica*, 97(6), 544–550.
- Leardini, A., O'Connor, J. J., Catani, F., & Giannini, S. (1999). A geometric model of the human ankle joint. *Journal of Biomechanics*, 32(6), 585–591. [https://doi.org/10.1016/s0021-9290\(99\)00022-6](https://doi.org/10.1016/s0021-9290(99)00022-6)
- Leardini, A., O'Connor, J. J., Catani, F., & Giannini, S. (2000). The role of the passive structures in the mobility and stability of the human ankle joint: A literature review. *Foot & Ankle International*, 21(7), 602–615. <https://doi.org/10.1177/107110070002100715>
- LeBa, T.-B., Gugala, Z., Morris, R. P., & Panchbhavi, V. K. (2015). Gravity versus manual external rotation stress view in evaluating ankle stability: A prospective study. *Foot & Ankle Specialist*, 8(3), 175–179. <https://doi.org/10.1177/1938640014565048>
- Lee, S., Lin, J., Hamid, K. S., & Bohl, D. D. (2019). Deltoid ligament rupture in ankle fracture: Diagnosis and management. *JAAOS-Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 27(14), e648–e658. <https://doi.org/10.5435/JAAOS-D-18-00198>
- Lee, S. H., Jacobson, J., Trudell, D., & Resnick, D. (1998). Ligaments of the ankle: Normal anatomy with MR arthrography. *Journal of Computer Assisted Tomography*, 22(5), 807–813. <https://doi.org/10.1097/00004728-199809000-00027>
- Lee, T. H., Jang, K. S., Choi, G. W., Jeong, C. D., Hong, S. J., Yoon, M. A., & Kim, H. J. (2016). The contribution of anterior deltoid ligament to ankle stability in isolated lateral malleolar fractures. *Injury*, 47(7), 1581–1585. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2016.03.017>
- Li, B., Wang, S., Zhang, Z., Yang, H., Li, J., Li, Q., & Liu, L. (2019). Transarticular external fixation versus deltoid ligament repair in treating SER IV ankle fractures: A comparative study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 20(1), 453–459. <https://doi.org/10.1186/s12891-019-2840-5>
- Lindsjö, U. (1985). Operative treatment of ankle fracture-dislocations. A follow-up study of 306/321 consecutive cases. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 199, 28–38. https://journals.lww.com/clinorthop/Abstract/1985/10000/Operative_Treatment_of_Ankle.5.aspx
- Lintz, F., Cesar Netto, C. D., Barg, A., Burssens, A., & Richter, M. (2018). Weight-bearing cone beam CT scans in the foot and ankle. *EFORT Open Reviews*, 3(5), 278–286. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.3.170066>
- Liu, S., Zhu, Y., Chen, W., Wang, L., Zhang, X., & Zhang, Y. (2018). Demographic and socioeconomic factors influencing the incidence of ankle fractures, a national population-based survey of 512187 individuals. *Scientific Reports*, 8(1), 1–8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-28722-1>
- Loeser, R. F. (2009). Aging and osteoarthritis: The role of chondrocyte senescence and aging changes in the cartilage matrix. *Osteoarthritis and Cartilage*, 17(8), 971–979. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2009.03.002>

- Lötscher, P., Lang, T. H., Zwicky, L., Hintermann, B., & Knupp, M. (2015). Osteoligamentous injuries of the medial ankle joint. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 41(6), 615–621. <https://doi.org/10.1007/s00068-015-0548-2>
- Lotz, M. K. (2010). New developments in osteoarthritis: Posttraumatic osteoarthritis: Pathogenesis and pharmacological treatment options. *Arthritis Research & Therapy*, 12(3), 211–219. <https://doi.org/10.1186/ar3177>
- Lübbecke, A., Salvo, D., Stern, R., Hoffmeyer, P., Holzer, N., & Assal, M. A. (2012). Risk factors for post-traumatic osteoarthritis of the ankle: An eighteen-year follow-up study. *International Orthopaedics*, 36(7), 1403–1410. <https://doi.org/10.1007/s00264-011-1472-7>
- Ludvigsson, J. F., Andersson, E., Ekbom, A., Feychting, M., Kim, J.-L., Reuterwall, C., Heurgren, M., & Olausson, P. O. (2011). External review and validation of the Swedish national inpatient register. *BMC Public Health*, 11(1), 450–465. <https://doi.org/10.1186/1471-2458-11-450>
- Malek, I. A., Machani, B., Mevcha, A. M., & Hyder, N. H. (2006). Inter-observer reliability and intra-observer reproducibility of the Weber classification of ankle fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 88-B(9), 1204–1206. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B9.17954>
- Marsh, J. L., Buckwalter, J., Gelberman, R., Dirschl, D., Olson, S., Brown, T., & Llinias, A. (2002). Articular fractures: Does an anatomic reduction really change the result? *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 84(7), 1259–1271. <http://doi.org/10.2106/00004623-200207000-00026>
- Marsh, J. L., Slongo, T. F., Agel, J., Broderick, J. S., Creevey, W., DeCoster, T. A., Prokuski, L., Sirkin, M., Ziran, B., Henley, B., & Audigé, L. (2007). Fracture and dislocation classification compendium - 2007: Orthopaedic Trauma Association classification, database and outcomes committee. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 21(Supplement), S1–S6. <https://doi.org/10.1097/00005131-200711101-00001>
- Martin, J. A., & Buckwalter, J. A. (2002). Aging, articular cartilage chondrocyte senescence and osteoarthritis. *Biogerontology*, 3(5), 257–264. <https://doi.org/10.1023/A:1020185404126>
- Matson, A. P., Hamid, K. S., & Adams, S. B. (2017). Predictors of time to union after operative fixation of closed ankle fractures. *Foot & Ankle Specialist*, 10(4), 308–314. <https://doi.org/10.1177/1938640016677813>
- Maynou, C., Lesage, P., Mestdagh, H., & Butruille, Y. (1997). Is surgical treatment of deltoid ligament rupture necessary in ankle fractures? *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de L'appareil Moteur*, 83(7), 652–657. <https://europepmc.org/article/med/9515134>
- McConnell, T., Creevy, W., & Tornetta, P. III (2004). Stress examination of supination external rotation-type fibular fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 86(10), 2171–2178. <https://doi.org/10.2106/00004623-200410000-00007>

- McKinley, T. O., Borrelli, J. Jr., D'Lima, D. D., Furman, B. D., & Giannoudis, P. V. (2010). Basic science of intraarticular fractures and posttraumatic osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 24(9), 567–570. <https://doi.org/10.1097/BOT.0b013e3181ed298d>
- Meinberg, E. G., Agel, J., Roberts, C. S., Karam, M. D., & Kellam, J. F. (2018). Fracture and dislocation classification compendium—2018. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 32, S1–S10. <https://doi.org/10.1097/BOT.0000000000001063>
- Mengiardi, B., Pfirrmann, C. W. A., Vienne, P., Hodler, J., & Zanetti, M. (2007). Medial collateral ligament complex of the ankle: MR appearance in asymptomatic subjects. *Radiology*, 242(3), 817–824. <https://doi.org/10.1148/radiol.2423060055>
- Metitiri, O., Ghorbanhoseini, M., Zurakowski, D., Hochman, M. G., Nazarian, A., & Kwon, J. Y. (2016). Accuracy and measurement error of the medial clear space of the ankle. *Foot & Ankle International*, 38(4), 443–451. <https://doi.org/10.1177/1071100716681140>
- Michelson, J., Solocoff, D., Waldman, B., Kendell, K., & Ahn, U. (1997). Ankle fractures. The Lauge-Hansen classification revisited. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 345, 198–205. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/9418641/>
- Michelson, J. D. (2003). Ankle fractures resulting from rotational injuries. *JAAOS: Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 11(6), 403–412. <https://doi.org/10.5435/00124635-200311000-00004>
- Michelson, J. D., Varner, K. E., & Checcone, M. (2001). Diagnosing deltoid injury in ankle fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 387, 178–182. <https://doi.org/10.1097/00003086-200106000-00024>
- Milner, C. E., & Soames, R. W. (1998). The medial collateral ligaments of the human ankle joint: Anatomical variations. *Foot & Ankle International*, 19(5), 289–292. <https://doi.org/10.1177/107110079801900504>
- Motley, T., Clements, J. R., Moxley, K., Carpenter, B., & Garrett, A. (2010). Evaluation of the deltoid complex in supination external rotation ankle fractures. *Foot Ankle Online Journal*, 3(4), 1–5. <https://doi.org/10.3827/faoj.2010.0304.0001>
- Müller, M. E., Nazarian, S., Koch, P. (1987). *Classification AO des fractures. 1 Les os longs* (1er ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-61261-9>
- Murphy, J. M., Kadakia, A. R., & Irwin, T. A. (2012). Variability in radiographic medial clear space measurement of the normal weight-bearing ankle. *Foot & Ankle International*, 33(11), 956–963. <https://doi.org/10.3113/fai.2012.0956>
- Murray, C., Marshall, M., Rathod, T., Bowen, C. J., Menz, H. B., & Roddy, E. (2018). Population prevalence and distribution of ankle pain and symptomatic radiographic ankle osteoarthritis in community dwelling older adults: A systematic review and cross-sectional study. *PLoS ONE*, 13(4), e0193662–e0193682. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0193662>

- Naredo, E., Möller, I., Moragues, C., de Agustín, J. J., Scheel, A. K., Grassi, W., de Miguel, E., Backhaus, M., Balint, P., Bruyn, G. A. W., D'Agostino, M. A., Filippucci, E., Iagnocco, A., Kane, D., Koski, J. M., Mayordomo, L., Schmidt, W. A., Swen, W. A. A., Szkudlarek, M., ... & Werner, C. (2006). Interobserver reliability in musculoskeletal ultrasonography: Results from a "Teach the Teachers" rheumatologist course. *Annals of The Rheumatic Diseases*, 65(1), 14–19. <https://doi.org/10.1136/ard.2005.037382>
- Nilsson, G., Jonsson, K., Ekdahl, C., & Eneroth, M. (2007). Outcome and quality of life after surgically treated ankle fractures in patients 65 years or older. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 8(1), 127–135. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-8-127>
- Nortunen, S., Lepojärvi, S., Savola, O., Niinimäki, J., Ohtonen, P., Flinkkilä, T., Iikka, L., Tero, K., & Pakarinen, H. (2014). Stability assessment of the ankle mortise in supination-external rotation-type ankle fractures: Lack of additional diagnostic value of MRI. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 96(22), 1855–1862. <https://doi.org/10.2106/JBJS.M.01533>
- Novakofski, K. D., Berg, L. C., Bronzini, I., Bonnevie, E. D., Poland, S. G., Bonassar, L. J., & Fortier, L. A. (2015). Joint-dependent response to impact and implications for post-traumatic osteoarthritis. *Osteoarthritis and Cartilage*, 23(7), 1130–1137. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2015.02.023>
- Nüesch, C., Valderrabano, V., Huber, C., von Tscharn, V., & Pagenstert, G. (2012). Gait patterns of asymmetric ankle osteoarthritis patients. *Clinical Biomechanics*, 27(6), 613–618. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.12.016>
- Obremskey, W. T., Dart, B., & Medina, M. (2009). Rate of return of functional outcome after open reduction and internal fixation of unstable ankle fractures. *The American journal of orthopedics*, 38(5), 227–231. https://www.researchgate.net/profile/William-Obremskey/publication/26654446_Rate_of_return_of_functional_outcome_after_open_reduction_and_internal_fixation_of_unstable_ankle_fractures/links/0deec51a3601c2f739000000/Rate-of-return-of-functional-outcome-after-open-reduction-and-internal-fixation-of-unstable-ankle-fractures.pdf
- Pagenstert, G. I., Knupp, M., Valderrabano, V., & Hintermann, B. (2009a). Realignment surgery for valgus ankle osteoarthritis. *Operative Orthopädie und Traumatologie*, 21(1), 77–87. <https://doi.org/10.1007/s00064-009-1607-9>
- Pagenstert, G. I., Barg, A., Leumann, A. G., Rasch, H., Müller-Brand, J., Hintermann, B., & Valderrabano, V. (2009b). SPECT-CT imaging in degenerative joint disease of the foot and ankle. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British Volume*, 91-B(9), 1191–1196. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.91b9.22570>
- Pankovich, A. M., & Shivaram, M. S. (1979). Anatomical basis of variability in injuries of the medial malleolus and the deltoid ligament: II. Clinical studies. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 50(2), 225–236. <https://doi.org/10.3109/17453677908989760>
- Park, J. W., Lee, S. J., Choo, H. J., Kim, S. K., Gwak, H.-C., & Lee, S.-M. (2017a). Ultrasonography of the ankle joint. *Ultrasonography*, 36(4), 321–335. <https://doi.org/10.14366/usg.17008>

- Park, S. S., Kubiak, E. N., Egol, K. A., Kummer, F., & Koval, K. J. (2006). Stress radiographs after ankle fracture: The effect of ankle position and deltoid ligament status on medial clear space measurements. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 20(1), 11–18. <https://doi.org/10.1097/01.bot.0000189591.40267.09>
- Park, Y.-U., Seo, Y., Jegal, H., & Lee, K.-T. (2017b). Value of ultrasound for stability assessment of isolated lateral malleolar fractures compared to stress radiography and arthroscopy. *Foot & Ankle Orthopaedics*, 2(3), 1. <https://doi.org/10.1177/2473011417S000320>
- Paul, J., Barg, A., Kretschmar, M., Pagenstert, G. I., Studler, U., Hügler, T., Wegner, N., Valderrabano, V., & Geurts, J. (2015). Increased osseous ^{99m}Tc-DPD uptake in end-stage ankle osteoarthritis: Correlation between SPECT-CT imaging and histologic findings. *Foot & Ankle International*, 36(12), 1438–1447. <https://doi.org/10.1177/1071100715596745>
- Philippe, P., Paul, C., Mark, M., Jean-Noel, C., Delphine, P., & Thierry, J. (2008). Ankle replacement versus arthrodesis: A comparative gait analysis study. *Foot & Ankle International*, 29(1), 3–9. <https://doi.org/10.3113/fai.2008.0003>
- Pitakveerakul, A., Kungwan, S., Arunakul, P., & Arunakul, M. (2019). Radiographic parameters in gravity stress view of the ankle: Normative data. *Foot and Ankle Surgery*, 25(6), 819–825. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2018.10.011>
- Portney, L. G., & Watkins, M. P. (2000). Transformation of data. In L. G. Portney & M. P. Watkins (Eds.), *Foundations of clinical research: Applications to practice* (2nd ed., pp. 731–734). Prentice Hall Health.
- Pott, P. (2007). The classic: Some few general remarks on fractures and dislocations. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 458, 40–41. <https://doi.org/10.1097/BLO.0b013e31803dd063>
- Prececutti, M., Bonardi, M., Ferrozzi, G., & Draghi, F. (2014). Sonographic anatomy of the ankle. *Journal of Ultrasound*, 17(2), 79–87. <https://doi.org/10.1007/s40477-013-0025-x>
- Quinn, T. M., Häuselmann, H.-J., Shintani, N., & Hunziker, E. B. (2013). Cell and matrix morphology in articular cartilage from adult human knee and ankle joints suggests depth-associated adaptations to biomechanical and anatomical roles. *Osteoarthritis and Cartilage*, 21(12), 1904–1912. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2013.09.011>
- Ramsey, P. L., & Hamilton, W. (1976). Changes in tibiotalar area of contact caused by lateral talar shift. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 58-A(3), 356–357. <https://doi.org/10.2106/00004623-197658030-00010>
- Rasmussen, S., Madsen, P. V., & Bennicke, K. (1993). Observer variation in the Lauge-Hansen classification of ankle fractures: Precision improved by instruction. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 64(6), 693–694. <https://doi.org/10.3109/17453679308994600>
- Reginster, J.-Y. (2002). The prevalence and burden of arthritis. *Rheumatology*, 41(suppl_1), 3–6. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/41.S1.3>

- Reilingh, M. L., Beimers, L., Tuijthof, G. J. M., Stufkens, S. A. S., Maas, M., & van Dijk, C. N. (2010). Measuring hindfoot alignment radiographically: The long axial view is more reliable than the hindfoot alignment view. *Skeletal Radiology*, 39(11), 1103–1108. <https://doi.org/10.1007/s00256-009-0857-9>
- Reilingh, M. L., van Bergen, C. J. A., Blankevoort, L., Gerards, R. M., van Eekeren, I. C. M., Kerkhoffs, G. M. M. J., & van Dijk, C. N. (2016). Computed tomography analysis of osteochondral defects of the talus after arthroscopic debridement and microfracture. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 24(4), 1286–1292. <https://doi.org/10.1007/s00167-015-3928-6>
- Ribeiro de Ávila, V., Bento, T., Gomes, W., Leitão, J., & de Sousa, N. F. (2018). Functional outcomes and quality of life after ankle fracture surgically treated: A systematic review. *Journal of Sport Rehabilitation*, 27(3), 274–283. <https://doi.org/10.1123/jsr.2016-0199>
- Richmond, S. A., Fukuchi, R. K., Ezzat, A., Schneider, K., Schneider, G., & Emery, C. A. (2013). Are joint injury, sport activity, physical activity, obesity, or occupational activities predictors for osteoarthritis? A systematic review. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 43(8), 515–591. <http://doi.org/10.2519/jospt.2013.4796>
- Rigby, R. B., & Scott, R. T. (2018). Role for primary repair of deltoid ligament complex in ankle fractures. *Clinics in Podiatric Medicine and Surgery*, 35(2), 183–197. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2017.12.003>
- Rodriguez, E. K., Kwon, J. Y., Herder, L. M., & Appleton, P. T. (2013). Correlation of AO and Lauge-Hansen classification systems for ankle fractures to the mechanism of injury. *Foot & Ankle International*, 34(11), 1516–1520. <https://doi.org/10.1177/1071100713491730>
- Roemer, F. W., Jomaah, N., Niu, J., Almusa, E., Roger, B., D’Hooghe, P., Geertsema, C., Tol, J. L., Khan, K., & Guermazi, A. (2014). Ligamentous injuries and the risk of associated tissue damage in acute ankle sprains in athletes: A cross-sectional MRI study. *The American Journal of Sports Medicine*, 42(7), 1549–1557. <https://doi.org/10.1177/0363546514529643>
- Rosa, I., Rodeia, J., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Ribeiro, H., & Consciência, J. G. (2019). Comparison of deltoid ligament repair and syndesmotic fixation in malleolar fractures. *Scientific Journal of the Foot & Ankle*, 13(3), 205–211. <https://doi.org/10.30795/scijfootankle.2019.v13.977>
- Rosa, I., Rodeia, J., Fernandes, P. X., Teixeira, R., Saldanha, T., & Consciência, J. G. (2020). Ultrasonographic assessment of deltoid ligament integrity in ankle fractures. *Foot & Ankle International*, 41(2), 147–153. <https://doi.org/10.1177/1071100719882679>
- Rungprai, C., Goetz, J. E., Arunakul, M., Gao, Y., Femino, J. E., Amendola, A., & Phisitkul, P. (2014). Validation and reproducibility of a biplanar imaging system versus conventional radiography of foot and ankle radiographic parameters. *Foot & Ankle International*, 35(11), 1166–1175. <https://doi.org/10.1177/1071100714545514>

- Rungprai, C., Sripanich, Y., & Pholpraduppet, N. (2017). Conservative treatment versus repair deltoid in SER type IV equivalent ankle fracture: A prospective study. *Foot and Ankle Surgery*, 23, 11. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2017.07.1075>
- Salameh, M., Alhammoud, A., Alkhatib, N., Attia, A. K., Mekhaimar, M. M., D'Hooghe, P., & Mahmoud, K. (2020). Outcome of primary deltoid ligament repair in acute ankle fractures: A meta-analysis of comparative studies. *International Orthopaedics*, 44(2), 341–347. <https://doi.org/10.1007/s00264-019-04416-9>
- Salmon, J. H., Rat, A. C., Sellam, J., Michel, M., Eschard, J. P., Guillemin, F., Jolly, D., & Fautrel, B. (2016). Economic impact of lower-limb osteoarthritis worldwide: A systematic review of cost-of-illness studies. *Osteoarthritis and Cartilage*, 24(9), 1500–1508. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2016.03.012>
- Saltzman, C. L., & El-Khoury, G. Y. (1995). The hindfoot alignment view. *Foot & Ankle International*, 16(9), 572–576. <https://doi.org/10.1177/107110079501600911>
- Saltzman, C. L., Salamon, M. L., Blanchard, G. M., Huff, T., Hayes, A., Buckwalter, J. A., & Amendola, A. (2005). Epidemiology of ankle arthritis: Report of a consecutive series of 639 patients from a tertiary orthopaedic center. *The Iowa Orthopaedic Journal*, 25, 44–46. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1888779/>
- Sanders, D. W., Tieszer, C., & Corbett, B. (2012). Operative versus nonoperative treatment of unstable lateral malleolar fractures: A randomized multicenter trial. *Journal of Orthopaedic Trauma*, 26(3), 129–134. <https://doi.org/10.1097/bot.0b013e3182460837>
- Santos, A. L. G., Demange, M. K., Prado, M. P., Fernandes, T. D., Giglio, P. N., & Hintermann, B. (2014). Lesão de cartilagem e osteoartrose do tornozelo: Revisão da literatura e algoritmo de tratamento. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 49(6), 565–572. <https://doi.org/10.1016/j.rbo.2013.10.022>
- Sarrafian, S. K. (1993). Biomechanics of the subtalar joint complex. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 290, 17–26. <http://doi.org/10.1097/00003086-199305000-00003>
- Schairer, W. W., Nwachukwu, B. U., Dare, D. M., & Drakos, M. C. (2016). Arthroscopically assisted open reduction–internal fixation of ankle fractures: Significance of the arthroscopic ankle drive-through sign. *Arthroscopy Techniques*, 5(2), e407–e412. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2016.01.018>
- Schenker, M. L., Mauck, R. L., Ahn, J., & Mehta, S. (2014). Pathogenesis and prevention of posttraumatic osteoarthritis after intra-articular fracture. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 22(1), 20–28. <https://doi.org/10.5435/jaaos-22-01-20>
- Schmid, G. L., Lippmann, S., Unverzagt, S., Hofmann, C., Deutsch, T., & Frese, T. (2017). The investigation of suspected fracture—A comparison of ultrasound with conventional imaging: Systematic review and meta-analysis. *Deutsches Ärzteblatt International*, 114(45), 757–764. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0757>

- Schmid, G. L., Kühnast, B., Heise, M., Deutsch, T., & Frese, T. (2020). Ultrasonography in assessing suspected bone fractures: A cross-sectional survey amongst German general practitioners. *BMC Family Practice*, 21(1), 9–15. <https://doi.org/10.1186/s12875-020-1078-5>
- Schock, H. J., Pinzur, M., Manion, L., & Stover, M. (2007). The use of gravity or manual-stress radiographs in the assessment of supination-external rotation fractures of the ankle. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 89-B(8), 1055–1059. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.89B8.19134>
- Scholes, S., Panesar, S., Shelton, N. J., Francis, R. M., Mirza, S., Mindell, J. S., & Donaldson, L. J. (2014). Epidemiology of lifetime fracture prevalence in England: A population study of adults aged 55 years and over. *Age and Ageing*, 43(2), 234–240. <https://doi.org/10.1093/ageing/aft167>
- Schottel, P. C., Fabricant, P. D., Berkes, M. B., Garner, M. R., Little, M. T. M., Hentel, K. D., Mintz, D. N., Helfet, D. L., & Lorch, D. G. (2015). Manual stress ankle radiography has poor ability to predict deep deltoid ligament integrity in a supination external rotation fracture cohort. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 54(4), 531–535. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.07.007>
- Schuberth, J. M., Collman, D. R., Rush, S. M., & Ford, L. A. (2004). Deltoid ligament integrity in lateral malleolar fractures: A comparative analysis of arthroscopic and radiographic assessments. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 43(1), 20–29. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2003.11.005>
- Sconfienza, L. M., Orlandi, D., Lacelli, F., Serafini, G., & Silvestri, E. (2015). Dynamic high-resolution US of ankle and midfoot ligaments: Normal anatomic structure and imaging technique. *RadioGraphics*, 35(1), 164–178. <https://doi.org/10.1148/rg.351130139>
- Sculco, P. K., Lazaro, L. E., Little, M. M., Berkes, M. B., Warner, S. J., Helfet, D. L., & Lorch, D. G. (2016). Dislocation is a risk factor for poor outcome after supination external rotation type ankle fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 136(1), 9–15. <https://doi.org/10.1007/s00402-015-2353-0>
- Seidel, A., Krause, F., & Weber, M. (2017). Weightbearing vs gravity stress radiographs for stability evaluation of supination-external rotation fractures of the ankle. *Foot & Ankle International*, 38(7), 736–744. <https://doi.org/10.1177/1071100717702589>
- Shepherd, D. E. T., & Seedhom, B. B. (1999). Thickness of human articular cartilage in joints of the lower limb. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 58(1), 27–34. <https://doi.org/10.1136/ard.58.1.27>
- Shibuya, N., Humphers, J. M., Fluhman, B. L., & Jupiter, D. C. (2013). Factors associated with nonunion, delayed union, and malunion in foot and ankle surgery in diabetic patients. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 52(2), 207–211. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2012.11.012>
- Shukla, R., Jain, R. K., Patidar, S., Jain, N., & Mahajan, P. (2017). Cross-sectional study to assess the functional outcome of neglected bimalleolar fracture. *Foot & Ankle Specialist*, 10(6), 509–512. <https://doi.org/10.1177/1938640016685149>

- Sousa, M. R., Mendes, D., & Vide, J. (2015). Pé e tornozelo, Anatomia do pé e tornozelo. In P. Amado, A. Gomes, P. Felicíssimo, N. Côrte-Real (Eds.), *Pé e Tornozelo* (1ª ed., vol. 1, pp. 7–31). LIDEL.
- Stewart, C., Saleem, O., Mukherjee, D. P., Suk, M., Marymont, J., & Anissian, L. (2012). Axial load weightbearing radiography in determining lateral malleolus fracture stability: A cadaveric study. *Foot & Ankle International*, 33(7), 548–552. <https://doi.org/10.3113/fai.2012.0548>
- Stiell, I. G., McKnight, R. D., Greenberg, G. H., McDowell, I., Nair, R. C., Wells, G. A., & Worthington, J. R. (1994). Implementation of the Ottawa ankle rules. *Jama*, 271(11), 827–832. <https://doi.org/10.1001/jama.1994.03510350037034>
- Strauss, E. J., Frank, J. B., Walsh, M., Koval, K. J., & Egol, K. A. (2007). Does obesity influence the outcome after the operative treatment of ankle fractures? *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 89-B(6), 794–798. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.89b6.18356>
- Stromsoe, K., Hoqevold, H. E., Skjeldal, S., & Alho, A. (1995). The repair of a ruptured deltoid ligament is not necessary in ankle fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 77-B(6), 920–921. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.77B6.7593106>
- Stufkens, S. A., Knupp, M., Horisberger, M., Lampert, C., & Hintermann, B. (2010). Cartilage lesions and the development of osteoarthritis after internal fixation of ankle fractures. A prospective study. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 92(2), 279–286. <https://doi.org/10.2106/jbjs.h.01635>
- Stufkens, S. A., Barg, A., Bolliger, L., Stucinskas, J., Knupp, M., & Hintermann, B. (2011). Measurement of the medial distal tibial angle. *Foot & Ankle International*, 32(3), 288–293. <https://doi.org/10.3113/FAI.2011.0288>
- Stufkens, S. A., van den Bekerom, M. P. J., Knupp, M., Hintermann, B., & van Dijk, C. N. (2012). The diagnosis and treatment of deltoid ligament lesions in supination–External rotation ankle fractures: A review. *Strategies in Trauma and Limb Reconstruction*, 7(2), 73–85. <https://doi.org/10.1007/s11751-012-0140-9>
- Taga, I., Shino, K., Inoue, M., Nakata, K., & Maeda, A. (1993). Articular cartilage lesions in ankles with lateral ligament injury: An arthroscopic study. *The American Journal of Sports Medicine*, 21(1), 120–127. <https://doi.org/10.1177/036354659302100120>
- Takakura, Y. (1986). The treatment for osteoarthritis of ankle joint. *Japanese Journal of Rheumatism and Joint Surgery*, 5(3), 347–352. <https://doi.org/10.11551/jsjd1982.5.347>
- Takao, M., Ozeki, S., Oliva, X. M., Inokuchi, R., Yamazaki, T., Takeuchi, Y., Kubo, M., Lowe, D., Matsui, K., Katakura, M., Ankle Instability Group, & Glazebrook, M. (2020). Strain pattern of each ligamentous band of the superficial deltoid ligament: A cadaver study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 21(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03296-0>
- Tanaka, Y., Takakura, Y., Hayashi, K., Taniguchi, A., Kumai, T., & Sugimoto, K. (2006). Low tibial osteotomy for varus-type osteoarthritis of the ankle. *The Journal of Bone and*

- Joint Surgery. British volume*, 88-B(7), 909–913. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.88B7.17325>
- Tantigate, D., Ho, G., Kirschenbaum, J., Bäcker, H. C., Asherman, B., Freibott, C., Greisberg, J. K., & Vosseller, J. T. (2020). Functional outcomes after fracture-dislocation of the ankle. *Foot & Ankle Specialist*, 13(1), 18–26. <https://doi.org/10.1177/1938640019826701>
- Tartaglione, J. P., Rosenbaum, A. J., Abousayed, M., & DiPreta, J. A. (2015). Classifications in brief: Lauge-Hansen classification of ankle fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 473(10), 3323–3328. <https://doi.org/10.1007/s11999-015-4306-x>
- Tejwani, N. C., McLaurin, T. M., Walsh, M., Bhadsavle, S., Koval, K. J., & Egol, K. A. (2007). Are outcomes of bimalleolar fractures poorer than those of lateral malleolar fractures with medial ligamentous injury? *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 89(7), 1438–1441. <https://doi.org/10.2106/JBJS.F.01006>
- The EuroQol Group (1990). EuroQol - A new facility for the measurement of health-related quality of life. *Health Policy*, 16(3), 199–208. [https://doi.org/10.1016/0168-8510\(90\)90421-9](https://doi.org/10.1016/0168-8510(90)90421-9)
- Thomas, A. C., Hubbard-Turner, T., Wikstrom, E. A., & Palmieri-Smith, R. M. (2017). Epidemiology of posttraumatic osteoarthritis. *Journal of Athletic Training*, 52(6), 491–496. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-51.5.08>
- Thomsen, N. O., Overgaard, S., Olsen, L. H., Hansen, H., & Nielsen, S. T. (1991). Observer variation in the radiographic classification of ankle fractures. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 73-B(4), 676–678. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.73B4.2071659>
- Thur, C. K., Edgren, G., Jansson, K.-Å., & Wretenberg, P. (2012). Epidemiology of adult ankle fractures in Sweden between 1987 and 2004. *Acta Orthopaedica*, 83(3), 276–281. <https://doi.org/10.3109/17453674.2012.672091>
- Tochigi, Y., Rudert, M. J., Saltzman, C. L., Amendola, A., & Brown, T. D. (2006). Contribution of articular surface geometry to ankle stabilization. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 88(12), 2704–2713. <https://doi.org/10.2106/jbjs.e.00758>
- Tochigi, Y., Buckwalter, J. A., Martin, J. A., Hillis, S. L., Zhang, P., Vaseenon, T., Lehman, A. D., & Brown, T. D. (2011). Distribution and progression of chondrocyte damage in a whole-organ model of human ankle intra-articular fracture. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 93(6), 533–539. <https://doi.org/10.2106/jbjs.i.01777>
- Tornetta, P. III (2000). Competence of the deltoid ligament in bimalleolar ankle fractures after medial malleolar fixation. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 82(6), 843–848. <https://doi.org/10.2106/00004623-200006000-00011>
- Treppo, S., Koepp, H., Quan, E. C., Cole, A. A., Kuettner, K. E., & Grodzinsky, A. J. (2000). Comparison of biomechanical and biochemical properties of cartilage from human knee and ankle pairs. *Journal of Orthopaedic Research*, 18(5), 739–748. <https://doi.org/10.1002/jor.1100180510>

- Valderrabano, V., Hintermann, B., Horisberger, M., & Fung, T. S. (2006a). Ligamentous posttraumatic ankle osteoarthritis. *The American Journal of Sports Medicine*, 34(4), 612–620. <https://doi.org/10.1177/0363546505281813>
- Valderrabano, V., von Tschanner, V., Nigg, B. M., Hintermann, B., Goepfert, B., Fung, T. S., Frank, C. B., & Herzog, W. (2006b). Lower leg muscle atrophy in ankle osteoarthritis. *Journal of Orthopaedic Research*, 24(12), 2159–2169. <https://doi.org/10.1002/jor.20261>
- Valderrabano, V., Nigg, B. M., von Tschanner, V., Frank, C. B., & Hintermann, B. (2007a). J. Leonard Goldner award 2006: Total ankle replacement in ankle osteoarthritis: An analysis of muscle rehabilitation. *Foot & Ankle International*, 28(2), 281–291. <https://doi.org/10.3113/FAI.2007.0281>
- Valderrabano, V., Nigg, B. M., von Tschanner, V., Stefanyshyn, D. J., Goepfert, B., & Hintermann, B. (2007b). Gait analysis in ankle osteoarthritis and total ankle replacement. *Clinical Biomechanics*, 22(8), 894–904. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2007.05.003>
- Valderrabano, V., Horisberger, M., Russell, I., Dougall, H., & Hintermann, B. (2009). Etiology of ankle osteoarthritis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(7), 1800–1806. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0543-6>
- van den Bekerom, M. P. J., Mutsaerts, E. L. A. R., & van Dijk, C. N. (2009). Evaluation of the integrity of the deltoid ligament in supination external rotation ankle fractures: A systematic review of the literature. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 129(2), 227–235. <https://doi.org/10.1007/s00402-008-0768-6>
- van Dijk, C. N., Mol, B. W. J., Lim, L. S. L., Marti, R. K., & Bossuyt, P. M. M. (1996). Diagnosis of ligament rupture of the ankle joint: Physical examination, arthrography, stress radiography and sonography compared in 160 patients after inversion trauma. *Acta Orthopaedica Scandinavica*, 67(6), 566–570. <https://doi.org/10.3109/17453679608997757>
- van Dijk, C. N., Verhagen, R. A. W., & Tol, J. L. (1997). Arthroscopy for problems after ankle fracture. *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 79-B(2), 280–284. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.79b2.0790280>
- van Leeuwen, C., Haak, T., Kop, M., Weil, N., Zijta, F., & Hoogendoorn, J. (2019). The additional value of gravity stress radiographs in predicting deep deltoid ligament integrity in supination external rotation ankle fractures. *European Journal of Trauma and Emergency Surgery*, 45(4), 727–735. <https://doi.org/10.1007/s00068-018-0923-x>
- van Putte-Katier, N., van Ochten, J. M., van Middelkoop, M., Bierma-Zeinstra, S. M. A., & Oei, E. H. G. (2015). Magnetic resonance imaging abnormalities after lateral ankle trauma in injured and contralateral ankles. *European Journal of Radiology*, 84(12), 2586–2592. <https://doi.org/10.1016/j.ejrad.2015.09.028>
- Van Schie-Van der Weert, E. M., Van Lieshout, E. M. M., De Vries, M. R., Van der Elst, M., & Schepers, T. (2012). Determinants of outcome in operatively and non-operatively treated Weber-B ankle fractures. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 132(2), 257–263. <https://doi.org/10.1007/s00402-011-1397-z>

- Vega, J., Allmendinger, J., Malagelada, F., Guelfi, M., & Dalmau-Pastor, M. (2017). Combined arthroscopic all-inside repair of lateral and medial ankle ligaments is an effective treatment for rotational ankle instability. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 28(1), 132–140. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4736-y>
- Verhage, S. M., Schipper, I. B., & Hoogendoorn, J. M. (2015). Long-term functional and radiographic outcomes in 243 operated ankle fractures. *Journal of Foot and Ankle Research*, 8(1), 45–50. <https://doi.org/10.1186/s13047-015-0098-1>
- Wan, L., de Asla, R. J., Rubash, H. E., & Li, G. (2006). Determination of in-vivo articular cartilage contact areas of human talocrural joint under weightbearing conditions. *Osteoarthritis and Cartilage*, 14(12), 1294–1301. <https://doi.org/10.1016/j.joca.2006.05.012>
- Wang, X., Zhang, C., Yin, J.-W, Wang, C., Huang, J.-Z, Ma, X., Wang, C.-W., & Wang, X. (2017). Treatment of medial malleolus or pure deltoid ligament injury in patients with supination-external rotation type IV ankle fractures. *Orthopaedic Surgery*, 9(1), 42–48. <https://doi.org/10.1111/os.12318>
- Warner, S. J., Garner, M. R., Fabricant, P. D., Schottel, P. C., Loftus, M. L., Hentel, K. D., Helfet, D. L., & Lorch, D. G. (2019). The diagnostic accuracy of radiographs and magnetic resonance imaging in predicting deltoid ligament ruptures in ankle fractures. *HSS Journal*, 15(2), 115–121. <https://doi.org/10.1007/s11420-018-09655-x>
- Watanabe, K., Kitaoka, H. B., Berglund, L. J., Zhao, K. D., Kaufman, K. R., & An, K.-N. (2012). The role of ankle ligaments and articular geometry in stabilizing the ankle. *Clinical Biomechanics*, 27(2), 189–195. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2011.08.015>
- Weber, M., Burmeister, H., Flueckiger, G., & Krause, F. G. (2010). The use of weightbearing radiographs to assess the stability of supination-external rotation fractures of the ankle. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 130(5), 693–698. <https://doi.org/10.1007/s00402-010-1051-1>
- Williams, T., Cullen, N., Goldberg, A., & Singh, D. (2012). SPECT-CT imaging of obscure foot and ankle pain. *Foot and Ankle Surgery*, 18(1), 30–33. <https://doi.org/10.1016/j.fas.2011.01.009>
- Woo, S. H., Bae, S.-Y., & Chung, H.-J. (2017). Short-term results of a ruptured deltoid ligament repair during an acute ankle fracture fixation. *Foot & Ankle International*, 39(1), 35–45. <https://doi.org/10.1177/1071100717732383>
- World Health Organization (2000). *Obesity: Preventing and managing the global epidemic* (WHO Technical Report Series 894). https://www.who.int/nutrition/publications/obesity/WHO_TRS_894/en/
- Wu, K., Lin, J., Huang, J., & Wang, Q. (2018). Evaluation of transsyndesmotric fixation and primary deltoid ligament repair in ankle fractures with suspected combined deltoid ligament injury. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 57(4), 694–700. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2017.12.007>

- Yousaf, S., Saleh, A., Ahluwalia, A., Haleem, S., Hayat, Z., & Ramesh, P. (2019). Systematic review of stress radiographic modalities stability assessment in supination external rotation ankle fractures. *Foot & Ankle Orthopaedics*, 4(4), 1–8. <https://doi.org/10.1177/2473011419890861>
- Yu, G.-R, Zhang, M.-Z, Aiyer, A., Tang, X., Xie, M., Zeng, L.-R, Zhao, Y.-G., & Yang, Y.-F. (2015). Repair of the acute deltoid ligament complex rupture associated with ankle fractures: A multicenter clinical study. *The Journal of Foot and Ankle Surgery*, 54(2), 198–202. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2014.12.013>
- Zalavras, C. G., Christensen, T., Rigopoulos, N., Holtom, P., & Patzakis, M. J. (2009). Infection following operative treatment of ankle fractures. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 467(7), 1715–1720. <https://doi.org/10.1007/s11999-009-0743-8>
- Zeegers, A. V. C. M., & van der Werken, C. (1989). Rupture of the deltoid ligament in ankle fractures: Should it be repaired? *Injury*, 20(1), 39–41. [https://doi.org/10.1016/0020-1383\(89\)90043-0](https://doi.org/10.1016/0020-1383(89)90043-0)
- Zhang, Y., & Jordan, J. M. (2010). Epidemiology of osteoarthritis. *Clinics in Geriatric Medicine*, 26(3), 355–369. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2010.03.001>
- Zhao, H.-M., Lu, J., Zhang, F., Wen, X.-D., Li, Y., Hao, D.-J., & Liang, X.-J. (2017). Surgical treatment of ankle fracture with or without deltoid ligament repair: A comparative study. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 18(1), 543–549. <https://doi.org/10.1186/s12891-017-1907-4>

13. AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Professor Doutor J. Guimarães Consciência, por ser um exemplo e me instigar a fazer sempre mais e melhor; à Prof. Doutora Susana Vinga, minha mentora nos saberes da área da estatística, pela constante presença e incentivo; ao Prof. Doutor Pedro Soares Branco pela partilha de experiências e opinião positiva e assertiva; ao Dr. Tiago Saldanha, pela ajuda imprescindível nos primeiros passos no mundo da tecnologia ecográfica e por ter estado sempre presente; à Dra. Francelina Fernandes e Dra. Lara Delgado, pelo empenho e profissionalismo na realização das ecografias; ao Dr. Chedas e Dr. José Falcão e Cunha, por permitirem utilizar o ecógrafo do serviço, fundamental para o cumprimento dos meus objetivos; à Dra. Teresa Sampaio e Dra. Nádia Pinto pela colaboração, ensinando-me as regras básicas do manuseamento do ecógrafo no bloco operatório, contribuindo para o meu entusiasmo nesta modalidade de imagem. À Dra. Cristina Ângelo e Dr. Jorge Barbosa pela disponibilidade e incentivo e ao Dr. João Monsanto pela realização do protocolo de recuperação funcional das fraturas maleolares, um excelente contributo para o nosso estudo.

A todos os elementos do serviço Dr. Jorge Lopes, Dr. Carlos Cardoso, Dra. Carla Nunes, Dr. Luís Sobral, Dr. Afonso Caetano, Dra. Ana Catarina Ângelo e Dr. Joaquim Rodeia pelo incentivo e apoio constante.

Aos meus colegas de Doutoramento Dra. Carla Madail, Dr. José Miguel Sousa, Dra. Clara Azevedo, Dr. Daniel Alves, Doutora Lúcia Domingues, Dra. Ana Luísa Costa e Dr. Edgar Wellenkamp, por me compreenderem e apoiarem.

Aos meus internos, Dr. Pedro Xavier Fernandes, Dra. Raquel Teixeira, Dr. Hugo Ribeiro,

Dr. João Silva, Dra. Ana Luísa Batista e Dr. António Serrano, pela ajuda preciosa como interobservadores e por serem o meu orgulho como formandos.

A todo o Staff de Enfermagem e Assistentes Operacionais em particular à Enf. Chefe Conceição Duarte e à Enf. Coordenadora Benvinda Brito pela competência e dedicação, facilitando o meu trabalho junto dos meus doentes. Incluo também o meu apreço a toda a equipa de enfermagem do bloco operatório, em especial à Enf. Rute Batista, Enf. Henriqueta Major, Enf. António Reis, Enf. Célia Alves, Enf. Luís Carlos Henriques e Enf. Filipe Oliveira.

A minha gratidão à Enf. Chefe Maria João Marques e Enf. Romana Ferreira, Enf. Liliana Prata, Enf. Susana Silva, aos fisioterapeutas João Paulo Sousa e Paula Domingos, e ainda às assistentes operacionais, Amelia Velho, Augusta Gomes, Emília Fernandes, Silvia Mota por ajudarem a cuidar dos meus doentes. Um abraço também, muito especial ao secretariado da consulta e do internamento Ana Filipa Silva, Carla Correia, Daniel Pinto, Mariana Pinto, Olga Bernardo e Paula Silva.

A todos os técnicos de imagiologia e em especial à técnica Adelaide Domingues, e aos técnicos José Agulhas, Hugo Camilo, Juliana Carneiro, Ana Matias e Vera Marques, pelo profissionalismo e ajuda, fundamental na realização dos exames de imagem.

À Mariana Daniel pelo cunho artístico, embelezando as minhas ilustrações.

À minha mãe, pelo apoio e carinho e por me ter ensinado o significado de resiliência; ao Pepe, pela paciência e companheirismo. À Vanessa e Patrícia pelo apoio incondicional e o tempo disponibilizado na partilha de conhecimentos na área da investigação. Sem a vossa presença e incentivo constante, teria sido verdadeiramente difícil cumprir este objetivo.

A todos o meu muito obrigada!